

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2000年 9月13日

出 願 番 号
Application Number:

特願2000-277973

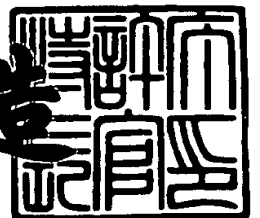
出 願 人
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社
株式会社豊田中央研究所

2001年 6月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3052533

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14D658

【提出日】 平成12年 9月13日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C01B 3/38

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 青山 智

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 井口 哲

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 國武 和久

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 西川 武志

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 志満津 孝

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

【氏名】 久保 修一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

【氏名】 山崎 哲

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000003609

【氏名又は名称】 株式会社豊田中央研究所

【代理人】

【識別番号】 100096817

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 孝雄

【電話番号】 052-218-5061

【選任した代理人】

【識別番号】 100097146

【弁理士】

【氏名又は名称】 下出 隆史

【選任した代理人】

【識別番号】 100102750

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 浩

【選任した代理人】

【識別番号】 100109759

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 光宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 007847

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9708410
【包括委任状番号】 9904031
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料改質装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 改質反応を利用して炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する燃料改質装置であって、

第 1 の炭化水素系燃料を分解して、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料を生成する燃料分解部と、

前記第 1 の炭化水素系燃料を前記燃料分解部に供給する供給手段と、

前記改質反応を促進する改質触媒を備え、前記燃料分解部から前記第 2 の炭化水素系燃料の供給を受け、前記改質反応により該第 2 の炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する改質器と

を備える燃料改質装置。

【請求項 2】 前記燃料分解部で進行する前記炭化水素系燃料の分解反応は、熱分解であることを特徴とする

請求項 1 記載の燃料改質装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の燃料改質装置であって、

前記燃料分解部に対して酸素を供給する酸素供給手段をさらに備え、

前記燃料分解部は、前記酸素供給手段から供給される酸素を用いて前記第 1 の炭化水素系燃料の一部を燃焼させると共に、該燃焼によって生じた熱を利用して、前記第 1 の炭化水素系燃料の残りを熱分解することを特徴とする

燃料改質装置。

【請求項 4】 前記燃料分解部は、前記第 1 の炭化水素系燃料を分解する際に、前記第 1 の炭化水素系燃料の分解に伴う煤の形成が抑えられるように、前記燃料分解部において前記第 1 の炭化水素系燃料の分解反応が進行する条件を制御する制御手段を備えることを特徴とする

請求項 3 記載の燃料改質装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記分解反応が進行する条件として、前記燃料分解部内で進行する反応全体の速度を、前記燃料分解部に供給される前記第 1 の炭化水素系燃料の量に応じて制御することを特徴とする

請求項 4 記載の燃料改質装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記第 1 の炭化水素系燃料が含有する炭素量に対する前記燃料分解部に供給される酸素量の割合を制御することによって、前記反応全体の速度を制御することを特徴とする

請求項 5 記載の燃料改質装置。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記燃料分解部内の温度を制御することによって、前記反応全体の速度を制御することを特徴とする

請求項 5 記載の燃料改質装置。

【請求項 8】 前記制御手段は、前記燃料分解部に供給されるガスの温度を制御することによって、前記燃料分解部内の温度を制御することを特徴とする

請求項 7 記載の燃料改質装置。

【請求項 9】 請求項 8 記載の燃料改質装置であって、
前記燃料分解部に供給されるガスは、前記第 1 の炭化水素系燃料のガスと酸素とを含む複数種類のガスであり、

前記制御手段は、前記燃料分解部に供給される前記複数種類のガスのうち、少なくとも一種類のガスの温度を制御することを特徴とする

燃料改質装置。

【請求項 10】 前記制御手段は、前記分解反応が進行する条件として、前記燃料分解部における滞留時間を、前記燃料分解部に供給される前記第 1 の炭化水素系燃料の量に応じて制御することを特徴とする

請求項 4 記載の燃料改質装置。

【請求項 11】 前記制御手段は、前記燃料分解部内の圧力を制御することによって、前記滞留時間を制御することを特徴とする

請求項 10 記載の燃料改質装置。

【請求項 12】 請求項 10 記載の燃料改質装置であって、
前記燃料分解部に対して水蒸気を供給する水蒸気供給手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記第 1 の炭化水素系燃料が含有する炭素量に対する前記燃料分解部に供給される水蒸気量の割合を制御することによって、前記滞留時間を制御することを特徴とする

燃料改質装置。

【請求項 1 3】 前記制御手段は、前記燃料分解部において前記第 1 の炭化水素系燃料を用いた反応が実際に進行する空間の容積を制御することによって、前記滞留時間を制御することを特徴とする

請求項 1 2 記載の燃料改質装置。

【請求項 1 4】 前記燃料分解部は、前記第 1 の炭化水素系燃料を分解する際に、前記第 1 の炭化水素系燃料の分解に伴う煤の形成が抑えられるように、前記燃料分解部において前記第 1 の炭化水素系燃料の分解反応が進行する条件を制御する制御手段を備えることを特徴とする

請求項 1 または 2 記載の燃料改質装置。

【請求項 1 5】 前記燃料分解部は、前記第 1 の炭化水素系燃料を分解する反応を促進する触媒を備える

請求項 1 ないし 1 4 いずれか記載の燃料改質装置。

【請求項 1 6】 前記第 1 の炭化水素系燃料は、炭素数が値 4 以上の高級炭化水素系燃料であることを特徴とする

請求項 1 ないし 1 5 いずれか記載の燃料改質装置。

【請求項 1 7】 前記高級炭化水素系燃料は、ガソリン、ナフサ、軽油から選択される炭化水素系燃料であることを特徴とする

請求項 1 6 記載の燃料改質装置。

【請求項 1 8】 前記改質器に対して、前記燃料分解部から供給される前記第 2 の炭化水素系燃料を含有するガスとは別個に、酸素を含有するガスと水蒸気とのうちの少なくとも一方を供給する第 2 の供給手段を備える

請求項 1 ないし 1 7 いずれか記載の燃料改質装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 記載の燃料改質装置であって、
前記第 2 の供給手段は、前記改質器に対して水蒸気を供給し、
前記第 2 の供給手段によって前記改質器に供給される水蒸気は、液体の状態で前記改質器内部に噴霧され、前記燃料分解部から供給される前記第 2 の炭化水素系燃料を含有するガスが有する熱によって気化されてなることを特徴とする

燃料改質装置。

【請求項 2 0】 請求項 3 記載の燃料改質装置であって、
前記酸素供給手段は、

前記燃料分解部の上流側に酸素を供給することによって、前記第 1 の炭化水素系燃料を燃焼させて前記分解反応を開始させる第 1 の酸素供給手段と、

前記燃料分解部のより下流側で、前記第 1 の炭化水素系燃料を燃焼させる反応に供する酸素をさらに追加する第 2 の酸素供給手段と
を備える燃料改質装置。

【請求項 2 1】 請求項 3 記載の燃料改質装置であって、

前記供給手段は、燃焼反応によって熱を発生し、該発生した熱によって、前記第 1 の炭化水素系燃料を前記燃料分解部に供給するのに先立って加熱する加熱部を備え、

前記燃焼反応によって生じて前記加熱部から排出される燃焼排ガスを、前記燃料分解部に供給する燃焼排ガス供給手段をさらに備える
燃料改質装置。

【請求項 2 2】 電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項 1 ないし 2 1 いずれか記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池において前記電気化学反応を進行する

燃料電池装置。

【請求項 2 3】 電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項 3 記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池において前記電気化学反応を進行すると共に、

前記酸素供給手段は、前記燃料分解部に供給すべき酸素のうちの少なくとも一部を供給するために、前記燃料電池で進行する前記電気化学反応に供された後に前記燃料電池のカソード側から排出されるカソードオフガスを、前記燃料分解部に供給することを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 2 4】 請求項 2 3 記載の燃料電池装置であって、
前記酸素供給手段は、

前記燃料分解部に対して酸素を供給するために、前記カソードオフガスと空気との両方を前記燃料分解部に供給することが可能であり、

前記燃料分解部に供給する前記カソードオフガス量と空気量との割合を制御する酸化ガス制御手段を備える

燃料電池装置。

【請求項 2 5】 電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項 3 記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池において前記電気化学反応を進行すると共に、

前記燃料改質装置は、前記燃料電池で進行する前記電気化学反応に供された後に前記燃料電池のアノード側から排出されるアノードオフガスを、前記燃料分解部に対して供給するアノードオフガス供給手段をさらに備える

燃料電池装置。

【請求項 2 6】 前記アノードオフガス供給手段は、前記燃料分解部に供給される前記第 1 の炭化水素系燃料の量に応じて、前記燃料分解部に供給する前記アノードオフガスの量を制御するアノードオフガス量制御手段を備える

請求項 2 5 記載の燃料電池装置。

【請求項 2 7】 改質反応を利用して炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する燃料改質方法であって、

(a) 第 1 の炭化水素化合物を分解して、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料を生成する工程と、

(b) 前記 (a) 工程で生成した前記第 2 の炭化水素系燃料から、前記改質反応によって水素リッチガスを生成する工程と

を備えることを特徴とする燃料改質方法。

【請求項 2 8】 前記 (a) 工程は、熱分解によって前記第 1 の炭化水素系燃料を分解することを特徴とする

請求項 2 7 記載の燃料改質方法。

【請求項 2 9】 請求項 2 8 記載の燃料改質方法であって、
前記 (a) 工程は、

(a - 1) 前記分解する第 1 の炭化水素系燃料と同種の炭化水素系燃料を燃焼させる工程と、

(a - 2) 前記 (a - 1) 工程の燃焼で生じた熱を利用して、前記第 1 の炭化水素系燃料を熱分解する工程と

を備えることを特徴とする燃料改質方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料改質装置に関し、詳しくは、炭化水素系燃料を改質して水素リッチガスを生成する燃料改質装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、炭化水素系燃料を用いて、改質反応によって水素リッチガスの生成が行なわれてきた。水素リッチガスを生成するための炭化水素系燃料としては、メタンを主成分とする天然ガスや、メタノールなどのアルコールや、ガソリンなど種々のものが用いられており、改質反応により水素リッチガスを生成する際には、用いる原燃料に応じて、改質反応の際に利用する改質触媒や改質反応温度を適宜選択する。このようにして生成した水素リッチガスは、例えば、燃料電池に供給されて、電気化学反応により起電力を得る際の燃料ガスとして用いられる。

【0 0 0 3】

このような燃料の改質を行なう装置としては、例えば、特開平 1 1 - 7 9 7 0 3 号公報に、改質の燃料としてガソリンを用い、改質器内で水蒸気改質反応と共に部分酸化反応を進行させて水素リッチガスを生成する技術が記載されている。ガソリンは、市場に広く流通している燃料であり、水素リッチガスを生成するための燃料としては、入手が容易であるという点で非常に優れている。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、ガソリンなどの高級炭化水素系燃料を改質反応の燃料として用いる場合には、改質反応の場である改質器内において煤が形成され易いという問題があった。改質器内で煤が生成されると、改質器が備える改質触媒の表面をこの煤が覆うことにより、改質反応の活性が次第に低下してしまうという不都合を生じる。したがって、ガソリンなどの高級炭化水素系燃料を改質反応の燃料として用いる場合には、煤の形成を抑えて、改質触媒の表面を煤が覆うことによって改質反応の進行と共に改質反応の活性が次第に低下してしまうのを防止する構成が望まれていた。さらに、ガソリンなどの高級炭化水素系燃料を改質反応の燃料として用いる場合には、メタノールやメタン（天然ガス）など周知の他の炭化水素系燃料を用いる場合に比べて、改質反応を充分に行なわせるのが困難で、未反応の燃料が残留しやすいという問題があった。

【0 0 0 5】

本発明の燃料改質装置は、こうした問題を解決し、改質反応によって水素リッチガスを生成する際に、改質反応の原料としてガソリンなどの高級炭化水素系燃料を用いることによって生じる不都合を抑えることを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0 0 0 6】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

本発明の燃料改質装置は、改質反応を利用して炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する燃料改質装置であって、

第 1 の炭化水素系燃料を分解して、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料を生成する燃料分解部と、

前記第 1 の炭化水素系燃料を前記燃料分解部に供給する供給手段と、

前記改質反応を促進する改質触媒を備え、前記燃料分解部から前記第 2 の炭化水素系燃料の供給を受け、前記改質反応により該第 2 の炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する改質器と

を備えることを要旨とする。

【0 0 0 7】

以上のように構成された本発明の燃料改質装置は、燃料分解部において、第 1 の炭化水素系燃料を分解して、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料を生成する。改質器は、改質反応を促進する改質触媒を備え、前記燃料分解部から前記第 2 の炭化水素系燃料の供給を受け、前記改質反応により該第 2 の炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の燃料改質方法は、改質反応を利用して炭化水素系燃料から水素リッチガスを生成する燃料改質方法であって、

(a) 第 1 の炭化水素化合物を分解して、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料を生成する工程と、

(b) 前記 (a) 工程で生成した前記第 2 の炭化水素系燃料から、前記改質反応によって水素リッチガスを生成する工程と

を備えることを要旨とする。

【 0 0 0 9 】

このような本発明の燃料改質装置、および、本発明の燃料改質方法によれば、第 1 の炭化水素系燃料を、より炭素数の小さい第 2 の炭化水素系燃料に分解した後、改質反応に供する。したがって、改質反応が進行する際に、改質反応に供する炭化水素系燃料の炭素数が大きいことに起因して煤が形成されるのを抑えることができる。煤形成が抑えられることにより、改質触媒の表面を煤が覆って改質反応の活性を低下させてしまうのを防止することができる。また、改質器で進行する改質反応の効率を向上させることができる。これによって、改質反応をより低い温度で進行させたり、改質器をより小型化することが可能となる。また、炭化水素系燃料は、その炭素数が大きいほど、改質触媒表面に吸着して触媒被毒を起こしやすい。改質器に供給するのに先立って炭化水素系燃料を分解することにより、炭化水素系燃料が触媒表面に吸着することで改質反応の活性が低下してしまうのを防止することができる。

【 0 0 1 0 】

なお、ここで炭化水素系燃料とは、炭素と水素のみから成る炭化水素だけでなく、炭素と水素以外の原子を含有する分子を含有していてもよく、広く炭化水素

系化合物を指すものとする。改質反応に供することで水素リッチガスを生成可能な燃料であれば、改質反応に先立って炭素数がより小さくなるように分解することで、既述した効果を得ることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明の燃料改質装置において、前記燃料分解部で進行する前記炭化水素系燃料の分解反応は、熱分解であることとしてもよい。

【 0 0 1 2 】

あるいは、本発明の燃料改質方法において、前記（a）工程は、熱分解によって前記第 1 の炭化水素系燃料を分解することとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、上記本発明の燃料改質装置において、

前記燃料分解部に対して酸素を供給する酸素供給手段をさらに備え、

前記燃料分解部は、前記酸素供給手段から供給される酸素を用いて前記第 1 の炭化水素系燃料の一部を燃焼させると共に、該燃焼によって生じた熱を利用して、前記第 1 の炭化水素系燃料の残りを熱分解することとしてもよい。

【 0 0 1 4 】

もとより、前記第 1 の炭化水素系燃料の一部を燃焼させるというのは、前記第 1 の炭化水素系燃料を構成する分子のうちの一部の分子は、燃焼反応のみに供されるということを表わすものではない。同様に、前記第 1 の炭化水素系燃料の残りを熱分解するというのは、前記第 1 の炭化水素系燃料を構成する分子のうちの残りの分子は、熱分解反応のみに供される、ということを表わすものでもない。第 1 の炭化水素系燃料を構成する炭素数の大きな所定の分子において、その一部は燃焼反応を受けて一酸化炭素や二酸化炭素を生じ、残りの部分は分解してより小さな炭化水素を生じる反応が進行するといった反応が進行することを含んでいる。前記燃料分解部に前記第 1 の炭化水素系燃料と酸素とを供給したときに、燃料分解部内で炭化水素系燃料の燃焼反応と分解反応とが進行し、最終的に、上記第 1 の炭化水素系燃料よりも炭素数の小さな分子から成る第 2 の炭化水素系燃料が生成されればよい。

【 0 0 1 5 】

また、酸素供給手段によって供給される酸素は、略全部が上記燃焼反応に用いられることとしても良いし、一部のみを燃焼反応に用いて、残りの酸素は、第2の炭化水素系燃料と共に燃料分解部から改質器に供給されることとしても良い。

【0016】

あるいは、上記本発明の燃料改質方法において、

前記(a)工程は、

(a-1) 前記分解する第1の炭化水素系燃料と同種の炭化水素系燃料を燃焼させる工程と、

(a-2) 前記(a-1)工程の燃焼で生じた熱を利用して、前記第1の炭化水素系燃料を熱分解する工程と

を備えることとしてもよい。

【0017】

上記本発明の燃料改質装置において、前記燃料分解部は、前記第1の炭化水素系燃料を分解する際に、前記第1の炭化水素系燃料の分解に伴う煤の形成が抑えられるように、前記燃料分解部において前記第1の炭化水素系燃料の分解反応が進行する条件を制御する制御手段を備えることとしても良い。

【0018】

このような構成とすれば、燃料分解部において煤の形成が抑えられるため、燃料分解部で生じた煤が下流側の改質器などの所定の触媒を有する反応槽で不都合を生じることがない。例えば、燃料分解部で生じた煤が改質器に供給されると、改質触媒の表面に吸着して改質反応の活性を低下してしまうおそれがあるが、このような不都合を防ぐことができる。また、燃料分解部における煤の形成を抑えることによって、燃料改質装置全体における燃料改質の効率を向上させることができる。すなわち、炭化水素系燃料を構成する炭素のうち、煤となってしまったものは水素生成に寄与することができないが、煤となることなく酸化されて一酸化炭素となった炭素や、煤となることなく再び水素と結合して炭化水素となった炭素は、改質器において水素の生成に寄与することができる。したがって、燃料分解部において煤形成を抑えることによって、最終的により多くの水素を生成することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

上記燃料改質装置において、前記制御手段は、前記分解反応が進行する条件として、前記燃料分解部内で進行する反応全体の速度を、前記燃料分解部に供給される前記第 1 の炭化水素系燃料の量に応じて制御することとしてもよい。

【 0 0 2 0 】

所望量の水素リッチガスを生成するために要する量の第 1 の炭化水素系燃料を燃料分解部に供給する際に、水素リッチガスの所望量の変動し、燃料分解部に供給される第 1 の炭化水素系燃料の量の変動する場合には、燃料分解部内で煤形成などの不都合が生じるおそれがある。すなわち、供給される第 1 の炭化水素系燃料量が変動することで、前記燃料分解部内で進行する反応全体の速度が所望の状態よりも過剰となった場合には、燃料分解部内において酸化反応で要する酸素が不足して、煤がより多く形成されてしまう。また、前記燃料分解部内で進行する反応全体の速度が所望の状態よりも不十分となった場合には、前記燃料分解部において前記第 1 の炭化水素系燃料を分解する程度が不十分となって、改質反応に先立って炭化水素系燃料を分解することによる効果を十分に得ることができなくなるおそれがある。したがって、燃料分解部に供給される炭化水素系燃料の量の変動する場合にも、この変動に応じて、燃料分解部内で進行する反応全体の速度を制御することによって、燃料分解部内で非所望の煤の形成を抑え、第 1 の炭化水素系燃料が分解される程度を十分に確保することが可能となる。

【 0 0 2 1 】

ここで、前記制御手段は、前記第 1 の炭化水素系燃料が含有する炭素量に対する前記燃料分解部に供給される酸素量の割合を制御することによって、前記反応全体の速度を制御することとしても良い。

【 0 0 2 2 】

上記酸素量の割合を大きくしたときには、燃料分解部において燃焼反応が活発化し、これによって分解反応も促進され、燃料分解部内で進行する反応全体の速度が速くなる。燃焼反応が活発化すると、燃料分解部内の温度が上昇するため、このような温度上昇によっても、上記反応全体の速度が速められる。上記酸素量の割合を小さくしたときには、燃料分解部において燃焼反応が不活発化し、燃料

分解部内で進行する反応全体の速度は遅くなる。

【 0 0 2 3 】

また、前記制御手段は、前記燃料分解部内の温度を制御することによって、前記反応全体の速度を制御することとしてもよい。燃料分解部内の温度を上昇させることによって、前記反応全体の速度を速めることができ、燃料分解部内の温度を低下させることによって、前記反応全体の速度を遅くすることができる。

【 0 0 2 4 】

ここで、前記制御手段は、前記燃料分解部に供給されるガスの温度を制御することによって、前記燃料分解部内の温度を制御することとしてもよい。燃料分解部に供給されるガスの温度を上昇させることによって、燃料分解部内の温度を上昇させることが可能となり、燃料分解部に供給されるガスの温度を低下させることによって、燃料分解部内の温度を低下させることが可能となる。

【 0 0 2 5 】

このとき、前記燃料分解部に供給されるガスは、前記第 1 の炭化水素系燃料のガスと酸素とを含む複数種類のガスであり、

前記制御手段は、前記燃料分解部に供給される前記複数種類のガスのうち、少なくとも一種類のガスの温度を制御することとしても良い。

【 0 0 2 6 】

前記燃料分解部に供給される前記複数種類のガスのうち、少なくとも一種類のガスの温度を制御して、これを昇降させることによって、燃料分解部内の温度を昇降させることが可能となる。

【 0 0 2 7 】

また、上記燃料改質装置において、前記制御手段は、前記分解反応が進行する条件として、前記燃料分解部における滞留時間を、前記燃料分解部に供給される前記第 1 の炭化水素系燃料の量に応じて制御することとしてもよい。

【 0 0 2 8 】

所望量の水素リッチガスを生成するために要する量の第 1 の炭化水素系燃料を燃料分解部に供給する際に、水素リッチガスの所望量が変動し、燃料分解部に供給される第 1 の炭化水素系燃料の量が変動する場合には、燃料分解部内で煤形成

などの不都合が生じるおそれがある。すなわち、供給される第 1 の炭化水素系燃料量が変動することで、燃料分解部において滞留時間が所望の状態よりも長くなるときには、燃料分解部内で燃焼反応に要する酸素が不足するようになり、煤がより多く形成されるようになる。また、燃料分解部において滞留時間が所望の状態よりも短くなるときには、炭化水素系燃料を分解する程度が不十分となるおそれがある。したがって、燃料分解部に供給される炭化水素系燃料の量の変動する場合にも、この変動に応じて、燃料分解部における滞留時間を制御することによって、燃料分解部内で非所望の煤の形成を抑え、第 1 の炭化水素系燃料が分解される程度を十分に確保することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

ここで、前記制御手段は、前記燃料分解部内の圧力を制御することによって、前記滞留時間を制御することとしてもよい。燃料分解部内の圧力を高くすることによって滞留時間をより長くすることができ、燃料分解部内の圧力を低くすることによって滞留時間をより短くすることができる。

【 0 0 3 0 】

このような燃料改質装置において、

前記燃料分解部に対して水蒸気を供給する水蒸気供給手段をさらに備え、

前記制御手段は、前記第 1 の炭化水素系燃料が含有する炭素量に対する前記燃料分解部に供給される水蒸気量の割合を制御することによって、前記滞留時間を制御することとしてもよい。

【 0 0 3 1 】

上記水蒸気量の割合を多くすることによって、燃料分解部に供給されるガスの総量が増え、滞留時間をより短くすることができる。また、上記水蒸気量の割合を少なくすることによって、燃料分解部に供給されるガスの総量が減り、滞留時間をより長くすることができる。

【 0 0 3 2 】

また、前記制御手段は、前記燃料分解部において前記第 1 の炭化水素系燃料を用いた反応が実際に進行する空間の容積を制御することによって、前記滞留時間を制御することとしてもよい。上記第 1 の炭化水素系燃料を用いた反応が実際に

進行する空間の容積を大きくすることによって、滞留時間をより長くすることができる。また、上記空間の容積を小さくすることによって、滞留時間をより短くすることができる。

【 0 0 3 3 】

本発明の燃料改質装置において、前記燃料分解部は、前記第 1 の炭化水素系燃料を分解する反応を促進する触媒を備えることとしてもよい。このような構成とすれば、第 1 の炭化水素系燃料を分解する効率が向上し、燃料分解部をより小型化することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、本発明の燃料改質装置において、前記第 1 の炭化水素系燃料は、炭素数が値 4 以上の高級炭化水素系燃料であることとしてもよい。炭素数が値 4 以上の高級炭化水素系燃料を用いて水素リッチガスを生成する際には、改質反応の際に煤を形成しやすく、改質反応を十分に進行させることが困難である。したがって、改質反応に先立って炭化水素系燃料を分解することによる効果を顕著に得ることができる。

【 0 0 3 5 】

ここで、前記高級炭化水素系燃料は、ガソリン、ナフサ、軽油から選択される炭化水素系燃料であることとしてもよい。ガソリン、ナフサ、軽油は、入手が容易な高級炭化水素系燃料である。これらの高級炭化水素系燃料は、炭素数が値 4 以上で炭素鎖が比較的長い炭化水素の混合物であるが、本発明を適用し、改質反応に先立って炭化水素系燃料を分解することで、非所望量の煤を形成することなく良好に改質反応を進行させることが可能となる。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の燃料改質装置において、前記改質器に対して、前記燃料分解部から供給される前記第 2 の炭化水素系燃料を含有するガスとは別個に、酸素を含有するガスと水蒸気とのうちの少なくとも一方を供給する第 2 の供給手段を備えることとしてもよい。

【 0 0 3 7 】

このような構成とすれば、燃料分解部と改質器とのそれぞれで、内部において

反応が十分に良好に進行するように、供給する酸素量あるいは水蒸気量を、より最適な条件に近づくように制御することができる。

【 0 0 3 8 】

このような燃料改質装置において、

前記第 2 の供給手段は、前記改質器に対して水蒸気を供給し、

前記第 2 の供給手段によって前記改質器に供給される水蒸気は、液体の状態で前記改質器内部に噴霧され、前記燃料分解部から供給される前記第 2 の炭化水素系燃料を含有するガスが有する熱によって気化されてなることとしてもよい。

【 0 0 3 9 】

このような構成とすれば、改質器に水蒸気を供給する際に、供給に先立って水を気化させて水蒸気と成すために要するエネルギーを削減し、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【 0 0 4 0 】

また、本発明の燃料改質装置において、

前記酸素供給手段は、

前記燃料分解部の上流側に酸素を供給することによって、前記第 1 の炭化水素系燃料を燃焼させて前記分解反応を開始させる第 1 の酸素供給手段と、

前記燃料分解部のより下流側で、前記第 1 の炭化水素系燃料を燃焼させる反応に供する酸素をさらに追加する第 2 の酸素供給手段と

を備えることとしてもよい。

【 0 0 4 1 】

このような構成とすれば、燃焼反応で生じた熱を用いて炭化水素系燃料の熱分解を行なう際に、燃料分解部内で酸素が不足するのを防止することができる。もとより、第 2 の酸素供給手段によって供給される酸素を用いて燃焼する上記第 1 の炭化水素系燃料というのは、燃料分解部内に供給された後に所定量の燃焼反応および分解反応を進行し、含有する炭化水素系の分子においてある程度分解が行なわれている第 1 の炭化水素系燃料を指すものである。

【 0 0 4 2 】

また、本発明の燃料改質装置において、

前記供給手段は、燃焼反応によって熱を発生し、該発生した熱によって、前記第1の炭化水素系燃料を前記燃料分解部に供給するのに先立って加熱する加熱部を備え、

前記燃焼反応によって生じて前記加熱部から排出される燃焼排ガスを、前記燃料分解部に供給する燃焼排ガス供給手段をさらに備えることとしてもよい。

【0043】

燃焼排ガスを燃料分解部に供給することによって、燃料分解部に供給するガスの総量を増やすことができる。したがって、燃料分解部に供給する燃焼排ガス量を制御することによって、燃料分解部における滞留時間を制御することが可能となり、滞留時間を制御することによる既述した効果を得ることができる。なお、加熱部が行なう加熱は、例えば、炭化水素系燃料を予め熱分解に適した温度に昇温すると共に、液状の炭化水素系燃料を用いる場合には、これを予め気化するものである。

【0044】

本発明の第1の燃料電池装置は、電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項1ないし20いずれか記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池において前記電気化学反応を進行することを要旨とする。

【0045】

このような燃料電池装置によれば、改質反応に先立って、炭化水素系燃料を分解するため、改質器内での煤の形成を抑えることができると共に、改質器における改質反応の効率を向上させることができ、燃料電池装置としての性能を十分に確保することができる。

【0046】

また、本発明の第2の燃料電池装置は、電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項3記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池にお

いて前記電気化学反応を進行すると共に、

前記酸素供給手段は、前記燃料分解部に供給すべき酸素のうちの少なくとも一部を供給するために、前記燃料電池で進行する前記電気化学反応に供された後に前記燃料電池のカソード側から排出されるカソードオフガスを、前記燃料分解部に供給することを要旨とする。

【 0 0 4 7 】

このような本発明の第 2 の燃料電池装置において、

前記酸素供給手段は、

前記燃料分解部に対して酸素を供給するために、前記カソードオフガスと空気との両方を前記燃料分解部に供給することが可能であり、

前記燃料分解部に供給する前記カソードオフガス量と空気量との割合を制御する酸化ガス制御手段を備えることとしてもよい。

【 0 0 4 8 】

このような構成とすれば、カソードオフガスは、空気よりも酸素の含有量が少ないため、カソードオフガス量と空気量との割合を制御することによって、燃料分解部における滞留時間を制御することができ、滞留時間を制御することによる既述した効果を得ることができる。

【 0 0 4 9 】

本発明の第 3 の燃料電池装置は、電気化学反応により起電力を得る燃料電池を備える燃料電池装置であって、

請求項 3 記載の燃料改質装置を備え、

該燃料改質装置が生成した前記水素リッチガスを利用して、前記燃料電池において前記電気化学反応を進行すると共に、

前記燃料改質装置は、前記燃料電池で進行する前記電気化学反応に供された後に前記燃料電池のアノード側から排出されるアノードオフガスを、前記燃料分解部に対して供給するアノードオフガス供給手段をさらに備えることを要旨とする。

【 0 0 5 0 】

燃料分解部では水素が存在することによって煤形成を抑えることができるため

、水素を含有するアノードオフガスを燃料分解部に供給することによって、燃料分解部における煤形成を抑えることが可能となる。

【0051】

本発明の第3の燃料電池装置において、前記アノードオフガス供給手段は、前記燃料分解部に供給される前記第1の炭化水素系燃料の量に応じて、前記燃料分解部に供給する前記アノードオフガスの量を制御するアノードオフガス量制御手段を備えることとしてもよい。

【0052】

アノードオフガスを燃料分解部に供給することによって、燃料分解部における滞留時間が短くなる。したがって、燃料分解部に供給するアノードオフガス量を制御することによって、燃料分解部における滞留時間を制御することができ、滞留時間を制御することによる既述した効果を得ることができる。

【0053】

【発明の実施の形態】

以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

1. 第1実施例の燃料電池装置10の全体構成
2. クラッキング部20で進行する反応について
3. クラッキング部における反応の制御について
4. 燃料電池装置10の変形例

【0054】

(1) 第1実施例の燃料電池装置10の全体構成：

図1は、本発明の好適な一実施例である燃料電池装置10の構成の概略を表わすブロック図である。燃料電池装置10は、ガソリンを貯蔵するガソリンタンク30、水を貯蔵する水タンク32、ガソリン中の硫黄分を除去する脱硫器33、加熱部50を備える蒸発器34、ガソリンを熱分解するクラッキング部20、改質反応により水素リッチガスを生成する改質器36、水素リッチガス中の一酸化炭素(CO)濃度をシフト反応により低減するシフト部37、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を酸化反応により低減するCO選択酸化部38、電気化学反応

により起電力を得る燃料電池 4 0、空気を圧縮して燃料電池 4 0 に供給するブロワ 4 2、コンピュータにより構成される制御部 6 0 を主な構成要素とする。本実施例の燃料電池装置 1 0 は、改質器 3 6 に先立って、ガソリンを熱分解するクラッキング部 2 0 を設けたことに特徴があるが、まず、図 1 に基づいて燃料電池装置 1 0 の全体構成について説明する。

【 0 0 5 5 】

ガソリントank 3 0 に貯蔵されるガソリンは、脱硫器 3 3 および加熱部 5 0 に供給される。ガソリントank 3 0 と脱硫器 3 3 とを接続する燃料流路 7 0 にはポンプ 5 7 が設けられており、上記燃料流路 7 0 から分岐して加熱部 5 0 に通じる分岐路 7 1 にはポンプ 5 6 が設けられている。ポンプ 5 6、5 7 は、制御部 6 0 に接続されており、制御部 6 0 から出力される信号によって駆動され、脱硫器 3 3 および加熱部 5 0 に供給されるガソリン量を制御する。

【 0 0 5 6 】

脱硫器 3 3 は、供給されたガソリン中に含まれる硫黄分を、吸着によって除去する。硫黄分は、改質器 3 6 が備える改質触媒の活性を低下させて改質反応を阻害してしまうため、燃料電池装置 1 0 においては、改質器 3 6 に先だって脱硫器 3 3 を設けて硫黄分の除去を行なう。脱硫器 3 3 で硫黄分が除去されたガソリンは、燃料流路 7 3 を介して蒸発器 3 4 に供給される。

【 0 0 5 7 】

また、上記燃料流路 7 3 には、水タンク 3 2 から供給される水が通過する流路である水流路 7 2 が接続している。水流路 7 2 を通過する水は、この接続部において、燃料流路 7 3 を通過するガソリンに混合されて、ガソリンと共に蒸発器 3 4 に供給される。水流路 7 2 にはポンプ 5 8 が設けられている。このポンプ 5 8 は、制御部 6 0 に接続されており、制御部 6 0 から出力される信号によって駆動され、水流路 7 2 を介して蒸発器 3 4 に供給する水量を調節する。

【 0 0 5 8 】

蒸発器 3 4 は、硫黄分が除去されたガソリンと水タンク 3 2 から供給される水とを気化させる装置であり、上記したようにガソリンと水の供給を受けて、水蒸気とガソリンガスからなる気体（以下、混合気体と呼ぶ）と成し、これを所定の

温度に昇温して排出する。蒸発器 3 4 から排出された上記混合気体は、燃料ガス流路 7 4 を介してクラッキング部 2 0 に供給される。蒸発器 3 4 には、水およびガソリンを気化させるための熱源として加熱部 5 0 が併設されている。加熱部 5 0 は、ガソリントank 3 0 から供給されるガソリンや、後述する燃料電池から排出されるアノードオフガスの供給を受ける。また、加熱部 5 0 は、ブロワ 5 2 から圧縮空気の供給を受ける。加熱部 5 0 は、その内部に燃焼触媒を備えており、上記ガソリンやアノードオフガス、および空気を用いて燃焼反応を行ない、所望の熱を発生して、発生した熱を伝熱によって蒸発器 3 4 に供給する。加熱部 5 0 に供給される上記ガソリンやアノードオフガスの量を制御することによって加熱部 5 0 で生じ熱量が調節されており、これによって、蒸発器 3 4 では、改質器 3 6 における反応温度に応じた温度にまで上記混合気体が昇温される。

【 0 0 5 9 】

クラッキング部 2 0 は、上記混合気体を供給されると、この混合気体中のガソリンの一部を燃焼させて熱を発生すると共に、燃焼反応で生じた熱を利用して残りのガソリンを熱分解する。ここで、クラッキング部 2 0 には、上記燃焼反応で要する酸素（空気）をクラッキング部 2 0 内に供給するためのブロワ 5 5 が併設されている。ブロワ 5 5 から供給される空気は、燃料ガス流路 7 4 を通過する上記混合気体に混合されて、クラッキング部 2 0 における反応に供される。ブロワ 5 5 は、制御部 6 0 に接続されており、制御部 6 0 から出力される信号によって駆動され、クラッキング部 2 0 に供給する空気量を調節する。なお、図 1 では、ブロワ 5 5 から供給される空気が通過する流路は、燃料ガス流路 7 4 に接続することとしたが、クラッキング部 2 0 に直接接続することとしてもよく、ブロワ 5 5 から供給される空気が、上記混合気体と十分に混じり合った状態でクラッキング部 2 0 内を通過可能となればよい。クラッキング部 2 0 でガソリンが熱分解されることで、上記混合気体は、ガソリンに比べてより炭素数の小さな炭化水素と、水蒸気とを含有する気体（以下、改質燃料気体と呼ぶ）となって、燃料ガス流路 7 5 を介して改質器 3 6 に供給される。クラッキング部 2 0 の構成については、さらに詳しく後述する。

【 0 0 6 0 】

改質器 3 6 は、内部に改質触媒を備えており、供給された上記改質燃料気体を改質して、水素リッチな燃料ガスを生成する。改質触媒としては、白金、パラジウム、ロジウムなどの貴金属、あるいはこれらの合金を用いることができる。なお、本実施例の改質器 3 6 では、水素リッチガスを生成する際に、水蒸気改質反応に加えて、水素の生成を伴う部分酸化反応も同時に進行する。部分酸化反応は、発熱反応であるため、水蒸気改質反応が進行する際には、上記改質燃料気体がクラッキング部 2 0 側から持ち込んだ熱に加えて、部分酸化反応で生じた熱も利用される。この部分酸化反応に必要な酸素を供給するために、改質器 3 6 には外部の空気を改質器 3 6 内に供給するブロワ 5 3 が併設されている。ブロワ 5 3 は、制御部 6 0 に接続しており、制御部 6 0 によってその駆動状態が制御される。

【 0 0 6 1 】

上記したように、本実施例の燃料電池装置 1 0 では、改質器 3 6 に空気を供給し、酸化反応で生じる熱によって水蒸気改質反応で要する熱を賄うこととしたが、改質器 3 6 では酸化反応を行わず、水蒸気改質反応のみによって水素を生成することとしても良い。あるいは、水素を生成する効率が高い水蒸気改質反応を、部分酸化反応に比べてより多く進行させることとしても良い。このような構成とする場合には、水蒸気改質反応で要する熱を供給するために、改質器 3 6 にヒータなどの加熱装置を設ければよい。

【 0 0 6 2 】

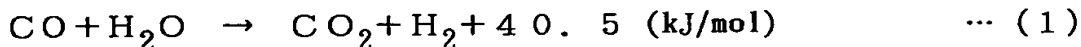
改質器 3 6 で生成された水素リッチガスな燃料ガスは、ガス流路 7 6 を介してシフト部 3 7 に供給される。シフト部 3 7 は、供給された水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する装置である。改質器 3 6 において上記改質燃料気体から改質反応によって生成される水素リッチガスは、所定量（1 0 % 程度）の一酸化炭素を含んでいるが、シフト部 3 7 では、この水素リッチガス中の一酸化炭素濃度が低減される。

【 0 0 6 3 】

シフト部 3 7 は、一酸化炭素と水とを反応させて水素と二酸化炭素とを生じるシフト反応を進行させることによって、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を低減する装置であり、シフト反応を促進する触媒を備えている。このようなシフト

反応を促進する触媒（触媒金属）としては、銅系触媒などの低温触媒や、鉄系触媒などの高温触媒等が知られている。シフト部 3 7 は、いずれのシフト触媒を備えることとしてもよく、これら低温触媒と高温触媒とを組み合わせることによって、より充分に一酸化炭素濃度を低減する構成としても良い。シフト部 3 7 が備えるシフト触媒の種類は、改質器から排出される水素リッチガス中の一酸化炭素濃度や、燃料電池 4 0 が要求する燃料ガス中の一酸化炭素濃度の限界などに応じて、適宜選択すればよい。本実施例のシフト部 3 7 は、Cu-Zn 触媒を備えることとした。以下に、(1) 式として、上記シフト触媒によって促進させるシフト反応を表わす式を示す。

【0 0 6 4】



【0 0 6 5】

なお、図 1 では記載を省略したが、改質器 3 6 とシフト部 3 7 との間には、熱交換器を設けることとしても良い。改質器 3 6 は、通常はその内部温度が 6 0 0 ℃以上となるように制御されてガソリンの改質反応を進行するが、シフト部 3 7 で進行するシフト反応は、既述した触媒のもとでは 2 0 0 ℃～4 0 0 ℃の温度範囲において良好に進行する。したがって、改質器 3 6 とシフト部 3 7 との間に熱交換器を設け、改質器 3 6 から排出された水素リッチガスの温度を充分に降温させた後にシフト部 3 4 に供給することで、非所望の高温のガスがシフト部 3 7 に供給されるのを防ぐことができる。また、シフト反応は、(1) 式に示したように発熱反応であるため、シフト部 3 7 の内部に冷却手段を設けて、シフト部 3 4 内の温度を望ましい温度範囲に調節する構成としてもよい。シフト部 3 7 で一酸化炭素濃度が低減された水素リッチガスは、流路 7 7 を介して CO 選択酸化部 3 8 に供給される。

【0 0 6 6】

CO 選択酸化部 3 8 は、シフト部 3 7 から供給された水素リッチガス中の一酸化炭素濃度を、さらに低減するための装置である。すなわち、シフト部 3 7 では、水素リッチガス中の一酸化炭素濃度は数%程度まで低減されるが、CO 選択酸化部 3 8 では、一酸化炭素濃度を数 ppm 程度にまで低減する。CO 選択酸化部

38で進行する反応は、水素リッチガスに豊富に含まれる水素に優先して、一酸化炭素を酸化する一酸化炭素選択酸化反応である。CO選択酸化部38には、一酸化炭素の選択酸化触媒である白金触媒、ルテニウム触媒、パラジウム触媒、金触媒、あるいはこれらを第1元素とした合金触媒を担持した担体が充填されている。このような一酸化炭素選択酸化触媒のもとでは、反応温度を100℃～200℃に保つことで、一酸化炭素選択酸化反応は良好に進行する。

【0067】

なお、CO選択酸化部38で進行する一酸化炭素選択酸化反応で要する酸素を供給するために、CO選択酸化部38には、ブロウ54が併設されている。ブロウ54は、外部から空気を取り込んでこれを圧縮し、CO選択酸化部38に供給する。ブロウ54は制御部60に接続しており、CO選択酸化部38に供給される空気（酸素）量は、制御部60によって調節される。なお、CO選択酸化部38で進行する一酸化炭素選択酸化反応は発熱反応である。したがって、CO選択酸化部38は、内部温度（触媒温度）を上記した望ましい反応温度に保つために、内部に冷却手段を備えている。

【0068】

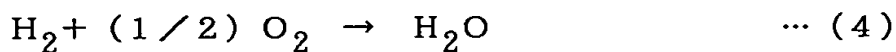
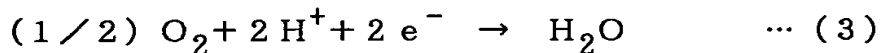
CO選択酸化部38で上記のように一酸化炭素濃度が下げられた水素リッチガスは、燃料ガス流路78によって燃料電池40に導かれ、燃料ガスとしてアノード側における電池反応に供される。燃料電池40で電池反応に供された後のアノードオフガスは、既述したようにアノードオフガス流路79に排出されて加熱部50に導かれ、このアノードオフガス中に残っている水素が燃焼のための燃料として消費される。一方、燃料電池40のカソード側における電池反応に関わる酸化ガスは、制御部60から駆動信号を出力されるブロウ42によって、酸化ガス流路43を介して圧縮空気として供給される。電池反応に用いられた残りのカソードオフガスは、外部に排出される。

【0069】

燃料電池40は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、電解質膜、アノード、カソード、およびセパレータとを備える単セルを複数積層して構成されている。電解質膜は、例えばフッ素系樹脂などの固体高分子材料で形成されたプロトン

伝導性のイオン交換膜である。アノードおよびカソードは、共に炭素繊維を織成したカーボクロスにより形成されている。また、電解質膜と、アノードあるいはカソードとの間には、電気化学反応を促進する触媒を備える触媒層が設けられている。このような触媒としては、白金、あるいは白金と他の金属から成る合金が用いられる。セパレータは、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンや、耐食性に優れた金属など、ガス不透過性を有する導電性部材により形成されている。また、このセパレータは、上記アノードおよびカソードとの間に、燃料ガスおよび酸化ガスの流路を形成する。燃料電池40は、燃料ガスとしての水素リッチガスと酸化ガスとしての圧縮空気とを上記流路に供給されて、電気化学反応を進行することで起電力を発生する。燃料電池40が発生した電力は、燃料電池40に接続される所定の負荷に供給される。以下に、燃料電池40で進行する電気化学反応を示す。(2)式はアノード側における反応、(3)式はカソード側における反応を示し、電池全体では(4)式に示す反応が進行する。

【0070】



【0071】

制御部60は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、詳しくは、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行するCPU64と、CPU64で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されたROM66と、同じくCPU64で各種演算処理をするのに必要な各種データが一時的に読み書きされるRAM68と、燃料電池装置10が備える各種センサからの検出信号や、燃料電池に接続された負荷に関わる情報などを入力すると共に、CPU64での演算結果に応じて既述した各ブローヤやポンプなどに駆動信号を出力する入出力ポート62等を備える。制御部60は、このように各種の信号を入出力することによって、燃料電池装置10全体の運転状態を制御する。

【0072】

(2) クラッキング部 2 0 で進行する反応について：

以下に、クラッキング部 2 0 で進行する反応についてさらに詳しく説明する。クラッキング部 2 0 は、既述したように、混合気体中のガソリンの一部を燃焼させて熱を発生すると共に、燃焼反応で生じた熱を利用して残りのガソリンを熱分解する装置である。クラッキング部 2 0 に供給するガソリンの量は、燃料電池 4 0 に接続される負荷の大きさ（負荷の大きさそのものだけでなく、負荷の大きさに関して外部から入力される指令値を含む。以下、同じ）に基づいて決定されるものであり、クラッキング部 2 0 でガソリンの燃焼反応および分解反応が良好に進行し、改質器 3 6 において改質反応が良好に進行したときに、最終的に所望量の水素を燃料電池 4 0 に供給可能となる量である。このような、クラッキング部 2 0 に供給すべきガソリン量として決定される量は、例えば上記負荷の大きさとして取りうるすべての値に対応して予め設定され、マップとして制御部 6 0 内に記憶されている。供給ガソリン量の制御を行なう際には、負荷の大きさに関わる情報が制御部 6 0 に入力され、制御部 6 0 は、この情報に基づいて上記マップを参照することによって供給ガソリン量に関する情報を得て、既述したポンプ 5 7 などを制御し、供給ガソリン量を調節する。

【 0 0 7 3 】

なお、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応では、ガソリンを構成する炭化水素が脱水素されて水素が生成されると共に、炭化水素が脱水素されて成る分子中の炭素原子が酸化されて一酸化炭素や二酸化炭素を生じ、また、部分的に脱水素された炭化水素の炭素間の結合が切断されて、より炭素数の小さな炭化水素を生じる。すなわち、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応の主反応は、一種の部分酸化反応であるといえることができる。また、上記燃焼反応によって生じる一酸化炭素は、クラッキング部 2 0、改質器 3 6、シフト部 3 7 のいずれかにおいて水蒸気と反応することによって、既述した (1) 式に示したシフト反応を進行して最終的に水素を生じることができる。さらに、上記燃焼反応によって生じる炭素数の小さな炭化水素は、改質器 3 6 において改質反応に供されて水素を生成する。したがって、燃料電池 4 0 における電気化学反応には、改質器 3 6 およびシフト部 3 7 で生成される水素の他に、クラッキング部 2 0 で生成される水素も

供されることになり、クラッキング部 20 に供給されるガソリン量は、最終的に燃料電池 40 に供給される水素量が所望の量になるように制御される。

【0074】

上記したように、クラッキング部 20 ではガソリンの燃焼反応やガソリンの分解反応が進行するが、このときクラッキング部 20 内で酸素が不足すると、クラッキング部 20 内（クラッキング部 20 内を通過するガスの気相中）では非所望の程度に煤が生成される。すなわち、酸素が不足することでガソリンの燃焼反応が十分に進行することができなくなり、ガソリンを構成する炭化水素が脱水素されたときに、炭化水素を脱水素して成る分子中の炭素原子が酸化されずに煤となる反応が活発化してしまう。

【0075】

なお、クラッキング部 20 内を通過する気体中で煤が生成されると、この煤を含有する気体はそのまま下流側に供給されて、改質器 36 やシフト部 37 や CO 選択酸化部 38 において、それぞれが備える触媒上に付着し、触媒上で進行する反応を阻害してしまうという不都合を生じる。さらに、クラッキング部 20 で煤が生じるときには、燃料電池装置 10 全体で、燃料電池 40 に供給する水素を生成する際の効率が低下するという不都合が生じる。クラッキング部 20 で燃焼反応が十分に進行して煤の形成が十分に少ないときには、上記したように、ガソリンを構成する炭化水素が脱水素されて成る分子中の炭素原子が酸化されて一酸化炭素が生成し、この一酸化炭素が（1）式の反応に供されることによって水素を生成する。また、ガソリンを構成する炭化水素が部分的に脱水素された分子が分解されて、より炭素数の小さな炭化水素となったものが改質器 36 に供されて、改質反応によって水素を生成する。しかしながら、酸素不足によりクラッキング部 20 で煤が形成されるときには、ガソリンを構成する炭化水素が含有する炭素のうち、煤を形成した炭素については、上記のように水素の生成に関与することができず、煤の形成量に応じて水素の生成量が減少することになり、ガソリンから水素を生成する効率が低下するものと考えられる。

【0076】

一方、クラッキング部 20 に供給する酸素量が過剰となった場合にも、煤形成

による上記した不都合が引き起こされる。すなわち、クラッキング部 20 に供給される酸素量が多いときには、クラッキング部 20 において燃焼反応が活発に進行することによりクラッキング部 20 内の温度上昇が引き起こされ、これによってさらに燃焼反応が活発化する（反応速度が上昇する）。このようにして非所望の程度にまで燃焼反応が活発化すると、燃焼反応によって非所望の速さで酸素が消費されてしまい、クラッキング部 20 内で最終的に酸素不足の状態となり、煤が形成されることになる。

【 0 0 7 7 】

したがって、このような煤形成による不都合を防止するために、クラッキング部 20 内で十分に燃焼反応および分解反応が進行するように、クラッキング部 20 に供給する酸素量（空気量）が制御される。クラッキング部 20 に供給する酸素量は、クラッキング部 20 に供給される所定量のガスにおいて、ガス中のガソリン量に対するガス中の酸素量として制御することができ、例えば、「供給されるガス中のガソリンに含まれる炭素原子のモル数」に対する「供給されるガス中の酸素原子のモル数」の割合である O/C 値を設定することによって制御される。

【 0 0 7 8 】

上記したようにクラッキング部 20 に供給する酸素量が過剰である場合の他、クラッキング部 20 内の温度が高すぎる場合にも、燃焼反応が活発化しすぎることによって、最終的にクラッキング部 20 内で酸素不足となって非所望の程度に煤が生じてしまう。したがって、クラッキング部 20 内での煤形成が十分に抑えられるように、クラッキング部 20 に供給する酸素量と共に、クラッキング部 20 の内部温度が定められる。なお、クラッキング部 20 の内部温度としては、1300 K を越えると特に煤の形成が著しくなるため、それ以下の温度となるように制御される

【 0 0 7 9 】

なお、クラッキング部 20 で燃焼に用いられなかった酸素は、既述した改質燃料気体に含有される状態で改質器 36 に供給され、改質器 36 において部分酸化反応に利用される。図 2 は、燃料電池装置 10 を構成する各部に対して種々の流

体が供給される様子を模式的に表わす説明図であり、図 1 に示した燃料電池装置 1 0 の構成は、図 2 (A) に対応する。すなわち、図 1 に示した燃料電池装置 1 0 では、改質器 3 6 に空気を供給するブロワ 5 3 を改質器 3 6 に併設しており、クラッキング部 2 0 側から供給される酸素量では改質器 3 6 で所望の程度に部分酸化反応を進行させるために不足する場合に、必要量の酸素を改質器 3 6 に補うことが可能となっている。これに対して、改質器 3 6 で進行する部分酸化反応で要する酸素を、上記混合気体と共に予めクラッキング部 2 0 にすべて供給する構成とすることも可能である（図 2 (B) 参照）。クラッキング部 2 0 に供給する酸素量は、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応および分解反応の活性（反応速度）や、クラッキング部 2 0 における煤形成などに影響するため、燃料電池装置 1 0 全体の効率を考慮して、各部に供給する空気量を適宜制御すればよい。

【 0 0 8 0 】

また、水蒸気は、クラッキング部 2 0 内で進行するガソリンの燃焼反応および分解反応に直接には関わらないが、水蒸気を加えることによってクラッキング部 2 0 内における煤形成を抑える効果を得ることができる。したがって、図 1 に示した燃料電池装置 1 0 では、改質器 3 6 で進行する水蒸気改質反応で要する水蒸気と、シフト部 3 7 で進行するシフト反応で要する水蒸気とを、ガソリンと共に蒸発器 3 4 を介してクラッキング部 2 0 に供給することとした（図 2 (A) 参照）。もとより、クラッキング部 2 0 内での煤形成が許容範囲であれば、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量を削減する、あるいは、クラッキング部 2 0 には水蒸気を供給しないこととしてもよい。この場合には、蒸発器 3 4 と同様の蒸発器を蒸発器 3 4 とは別に設けて、水タンク 3 2 内に貯蔵された水をこの蒸発器によって気化して、改質器 3 6 および／またはシフト部 3 7 に直接供給することとすればよい（図 2 (C) 参照）。

【 0 0 8 1 】

水蒸気が存在することによって、クラッキング部 2 0 では、煤の形成が抑えられると共に、内部温度の上昇が抑えられ、また、クラッキング部 2 0 内の滞留時間が影響を受ける。クラッキング部 2 0 に水蒸気を供給することによるこのような影響を考慮して、クラッキング部 2 0 内で生じる煤量が許容範囲となるように

、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量を制御すればよい。クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量は、クラッキング部 2 0 に供給される所定量のガスにおいて、ガス中のガソリン量に対するガス中の供給水蒸気量として制御することができる。例えば、「供給されるガス中のガソリンに含まれる炭素原子のモル数」に対する「供給されるガス中の水分子のモル数」の割合である S / C 値を設定することによって制御される。

【 0 0 8 2 】

なお、上記したように、改質器 3 6 やシフト部 3 7 などクラッキング部 2 0 よりも下流側の部材で要する酸素や水蒸気は、クラッキング部 2 0 の上流側から供給することとしても、各部材に直接供給することとしても良いが、改質器 3 6 およびシフト部 3 7 においてそれぞれ別個に所望量の酸素や水蒸気を供給可能な構成とすることは、クラッキング部 2 0 と改質器 3 6 とシフト部 3 7 とのそれぞれにおいて、十分に反応の活性が高くなる条件（最適条件）で反応が進行するように制御することが可能となり望ましい。

【 0 0 8 3 】

以上のように構成された本実施例の燃料電池装置 1 0 によれば、改質器 3 6 に先立ってクラッキング部 2 0 を設け、ガソリンを熱分解して炭素数がより小さい炭化水素としたものを改質反応に供している。したがって、改質器 3 6 内で改質反応が進行する際に煤が生成されるのを抑えることができ、形成された煤が改質触媒の表面を覆って改質反応の活性を低下させるのを防止することができる。そのため、煤によって改質反応の活性が低下することに起因して、燃料電池装置 1 0 全体の性能が低下してしまうのを防止することができる。

【 0 0 8 4 】

ここで、改質器 3 6 内における煤形成について説明する。改質反応の際には、ガソリンなどの炭化水素系の燃料から水素が取れる反応（脱水素反応）と、脱水素された炭素鎖がさらに細かく分解されると共に酸素と結合して一酸化炭素やさらに二酸化炭素を生じる反応とが進行すると考えられる。ここで、ガソリンのように炭素数が大きい（炭素鎖が長い）炭化水素系の燃料を改質反応の燃料として用いると、改質器内で煤が形成され易いが、これは、炭素数の大きな炭化水素系

燃料の場合には、炭素鎖から水素が取れる（脱水素反応が進行する）反応は進行するものの、さらに炭素結合が切断される（炭素鎖が切断される）と共に酸素と結合して二酸化炭素などを生じる反応が充分に進み難く、長い炭素鎖がそのまま煤となって成長する反応が進行し易いためと考えられる。

【 0 0 8 5 】

したがって、本実施例において改質器 3 6 での煤の形成が抑えられる効果が得られるのは、改質反応に先立って、ガソリンを、より炭素数が小さくなるよう分解しているため、改質反応の際に、脱水素された炭素鎖がそのまま煤として成長するのが抑えられて、酸素原子と結合する反応がより容易に進行するようになるためと考えられる。また、本実施例によれば、予め炭化水素系燃料が分解されていることによって、改質反応の際に炭素鎖を分解する反応がより少なくて済み、改質器で進行する改質反応全体の効率が向上する。したがって、改質反応が充分に進行せずに改質されないままの燃料が改質器 3 6 から排出されてしまうのを防止することができると共に、より少ない改質触媒で充分に改質反応を進行させたり、より低い温度で充分に改質反応を進行させることが可能となる。そのため、改質器をより小型化したり、改質器における改質反応の温度をより低く設定することが可能となる。改質器を小型化可能であることにより、燃料電池装置全体をより小型化することが可能になる。このような装置の小型化は、燃料電池装置を、車両などの移動体の駆動用電源として用いる場合には特に有利である。

【 0 0 8 6 】

また、改質器 3 6 に先立ってクラッキング部 2 0 を設けることにより、改質器 3 6 において改質燃料が改質触媒表面に吸着して触媒被毒を起こすのを抑えることができるという効果を得ることができる。炭化水素系燃料は、炭素鎖が長いほど改質触媒表面に吸着し易いという性質を有している。したがって、本実施例のように、改質器 3 6 に供給するのに先立ってガソリンを熱分解し、より炭素数の小さな炭化水素を改質燃料として改質器 3 6 に供給することで、改質燃料が改質触媒表面に吸着することに起因して改質反応の活性が低下してしまうのを防止することができる。

【 0 0 8 7 】

改質反応に先立ってガソリンを分解することによる上記した効果は、改質器 3 6 で進行する改質反応の種類や改質器 3 6 が備える改質触媒の種類によらず、同様に得ることができる。上記実施例では、改質器 3 6 では、水蒸気改質反応と共に部分酸化反応を進行することとしたが、主として水蒸気改質反応のみを進行させて水素を生成する場合、あるいは主として部分酸化反応のみを進行させて水素を生成する場合にも、炭素数の大きな炭化水素系燃料を予め分解した上で改質反応に供することによる同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 8 】

既述したガソリンの燃焼反応および酸化反応は、クラッキング部 2 0 として設けた所定の反応器を、その内部温度が所定の高温（例えば 8 0 0 ~ 1 0 0 0 ℃ 程度）となるように制御しつつ、この反応器に気化したガソリンおよび酸素を供給すれば、上記反応器の内部において進行する反応であるが、クラッキング部 2 0 で進行する上記反応の効率をより向上させるために、上記反応を促進する活性を有する触媒を、クラッキング部 2 0 内に備えさせることとしても良い。このような触媒を備えさせて、クラッキング部 2 0 で進行する上記反応の効率を向上させることにより、クラッキング部 2 0 をより小型化することが可能となる。クラッキング部 2 0 に備えさせる触媒としては、ガソリンなどの炭化水素系燃料の燃焼反応を促進する活性と、ガソリンなどの炭化水素系燃料の分解反応を促進する活性とのうち、少なくとも一方の活性を備える触媒であれば、クラッキング部 2 0 内で進行する反応全体の効率を向上させる効果を得ることができる。クラッキング部 2 0 に備えさせるこのような触媒としては、例えば、貴金属系触媒や、ニッケル触媒、コバルト触媒、ペロブスカイト触媒、ヘキサアルミネート触媒などを挙げることができる。上記貴金属系触媒を用いる場合には、触媒担体としては、アルミナ、セリア、ジルコニア、チタニアなど、種々のものを適用することが可能である。

【 0 0 8 9 】

クラッキング部 2 0 でガソリンを分解する程度（炭化水素の炭素数がどのくらいになるまで分解するかという程度）は、クラッキング部 2 0 における滞留時間（クラッキング部 2 0 の容積やガス流量による）および反応速度（反応温度等に

よる)、あるいはクラッキング部 2 0 に備えさせる触媒をどのように設定するかなどによって定まる。クラッキング部 2 0 の反応温度や供給酸素量を調節し、クラッキング部 2 0 における反応を活発化することによって、より炭素数が小さい炭化水素とすることができ、改質器 3 6 に供給する炭化水素の炭素数が小さいほど、改質部において煤の形成を抑え、改質反応の効率を上げる効果を得ることができる。しかしながら、クラッキング部 2 0 における反応の活発化は、既述したように、クラッキング部 2 0 における煤の生成を引き起こしたり、装置全体で改質反応の活性を低下させたりするおそれがある。したがって、ガソリンを分解することによって得られる効果と、クラッキング部 2 0 での反応を活発化することで生じる不都合とを考慮して、どの程度にまでガソリンが分解されるかに関わるクラッキング部における条件を設定すればよく、本実施例では、炭素数が値 4 以下の炭化水素になる程度にまでガソリンが分解されるように、クラッキング部 2 0 の動作条件を設定することとした。

【 0 0 9 0 】

クラッキング部 2 0 でガソリンを分解して得た炭化水素は、改質器 3 6 で改質反応温度に供されるが、この改質器 3 6 が備える改質触媒としては、白金など種々の貴金属系の触媒を選択することができる。クラッキング部 2 0 でガソリンを分解する程度（炭素数がどのくらいになるまで分解するかという程度）に応じて、この炭化水素が効率よく改質できるように、改質触媒を適宜選択すると共に改質反応温度を適宜制御すればよく、このような構成とすることによって、十分に高い効率で改質反応を進行させることができ、改質器をより小型化することが可能となる。なお、本実施例では、クラッキング部 2 0 において上記燃焼反応および分解反応が進行する際の条件を、ガソリンを分解して成る炭化水素の炭素数が値 4 以下になるように制御することとしており、改質器 3 6 が備える改質触媒および改質反応温度は、炭素数が値 4 以下の炭化水素に適合するように設定した。

【 0 0 9 1 】

(3) クラッキング部における反応の制御について：

上記実施例の燃料電池装置 1 0 において、燃料電池 4 0 に接続される負荷が略一定である場合には、クラッキング部 2 0 において、供給するガソリンおよび空

気などのガス量や反応温度などの運転条件を所定の一定条件とすれば、ガソリンの分解反応を望ましい程度に安定して行なうことができる。しかしながら、燃料電池40に接続される負荷が変動する場合には、ガソリンの分解反応を望ましい程度に安定して行なうためには、クラッキング部20における運転条件を負荷変動に応じて制御する必要がある。

【0092】

上記負荷が変動して負荷が大きくなったときには、クラッキング部20に供給される気体の流量が多くなるため、クラッキング部20における滞留時間が短くなる。これとは逆に、負荷が小さくなったときには、クラッキング部20における滞留時間が長くなる。したがって、負荷が大きいときには、滞留時間が短いために熱分解反応が不十分となって、所望の程度にまで（例えば、炭素数が値4程度になるまで）十分にガソリンが分解されなくなるおそれがある。ガソリンの分解が不十分であると、炭素数が値4程度の炭化水素を想定した上記実施例の燃料電池装置10では、改質器36において非所望の程度に煤が生成されたり、改質反応の効率が非所望の程度に低下したりするおそれがある。また、負荷が小さいときには、クラッキング部20内における滞留時間が長くなることによって、酸化反応が過剰に進みすぎて酸素不足の状態となり、クラッキング部20内で非所望の程度に煤が生成されるという不都合を生じる。したがって、クラッキング部20において、負荷変動に対応して反応時の滞留時間や反応速度を制御することにより、負荷変動時にも常に所望の程度に十分にガソリンを分解すると共に、クラッキング部20内で煤が生じるのを防止可能となる。以下に、このような負荷変動に対応してクラッキング部20で行なう制御について説明する。

【0093】

(3-1) 反応速度の制御について：

(3-1-1) 供給酸素量による制御：

高負荷時に熱分解反応が不十分となったり低負荷時に煤形成が増加するのを防止するための方法として、クラッキング部20における反応速度を制御する方法が挙げられる。すなわち、高負荷時には、反応速度を速めることによってクラッキング部20において十分に熱分解を進行させることが可能となり、低負荷時に

は、反応速度を遅くすることによってクラッキング部 2 0 内で酸素不足となるのを防止し、煤形成を抑えることが可能となる。

【 0 0 9 4 】

反応速度を制御するための方法の一つに、供給酸素量の制御がある。クラッキング部 2 0 に供給するガソリン量に対する酸素量の割合（既述した O / C 値）を増加させると、燃焼反応を活発化させることによって、クラッキング部 2 0 で進行する反応全体の速度を速めることができる。また、クラッキング部 2 0 に供給するガソリン量に対する酸素量の割合（O / C 値）を減少させると、燃焼反応の活性を低下させることによって、クラッキング部 2 0 で進行する反応全体の速度を遅くすることができる。したがって、負荷が大きくなったときには O / C 値を大きくし、負荷が小さくなったときには O / C 値を小さくする制御を行なうことで、クラッキング部 2 0 での煤形成を抑えつつ、ガソリンを分解する反応を充分に行なわせることが可能となる。

【 0 0 9 5 】

図 3 は、燃料電池 4 0 に接続される負荷の大きさと、煤の形成を抑えつつクラッキング部 2 0 での反応の活性を十分に確保するために望ましい O / C 値との関係を表わす説明図である。図 3 に示すように、煤の形成を抑えつつ反応の活性を十分に確保することが可能となる条件（以下、クラッキング条件という）に対応する O / C 値は、負荷の大きさが大きくなるにしたがって大きくなる値として、負荷の大きさに対応して所定の幅を持って定まる値である。O / C 値が、図 3 に示したクラッキング条件に含まれる値よりも小さいときには、クラッキング部 2 0 で進行する反応が不十分となり、O / C 値がクラッキング条件に含まれる値よりも大きいときには、上記したように燃焼反応が活発化しすぎることにより非所望の程度に煤が形成されることになる。

【 0 0 9 6 】

このように、本実施例の燃料電池装置 1 0 では、クラッキング部 2 0 における O / C 値は、燃料電池 4 0 に接続される負荷の大きさに応じて 0 . 2 ~ 1 . 2 の範囲で制御される。また、図 3 では、横軸を負荷の大きさとして、望ましい O / C 値との関係を示したが、負荷によって定まる供給ガソリン量（クラッキング部

20に供給するガソリン量)やクラッキング部20に供給する全ガス量を横軸の変数とした場合にも、望ましいO/C値との関係は図3と同様になる。

【0097】

なお、実際に制御を行なう際に、どの程度負荷が変動したときにO/C値を変更するように制御するかは、クラッキング部20の性能等に応じて適宜設定すればよい。図3に対応するように負荷に応じてO/C値を設定し、負荷変動に伴ってO/C値を段階的に変更することとしてもよいし、負荷の大きさが所定の値を超えたとき、あるいは所定の値以下となったときに、基本のO/C値よりも高いあるいは低い一定値に変更することとしてもよい。

【0098】

上記のように負荷に応じてO/C値を制御する場合にも、負荷変動が激しいときなどには、負荷変動に応じてO/C値を制御する際の応答性が不十分となる場合が考えられる。そのような場合には、一時的に酸素量が過剰あるいは不足となるおそれがある。ここで、クラッキング部20において、蒸発器34から供給される混合気体と共に上流側の入り口部から酸素を供給する以外に、より下流側の位置からも酸素(空気)を追加供給可能な構成とすれば(図2(D)参照)、クラッキング部20で反応が進行する途中で酸素を追加することによってクラッキング部20内で酸素不足が生じるのを抑えて、反応不足となったり煤が形成されるのを防止することができ、望ましい。

【0099】

図2(D)に示したように、クラッキング部20における反応途中で酸素を追加供給する場合には、クラッキング部20の内部(例えば、クラッキング部20の中程や出口部付近)に酸素センサを設け、クラッキング部20内を通過するガス中の酸素濃度を検出することによって酸素不足を判定したり、クラッキング部20内に温度センサを設けて、内部温度が所定の温度よりも低下したときには酸素不足と判定して、酸素の追加供給を行なうこととしてもよい。これによって、クラッキング部20の内部においてO/C値の補正を行ない、酸素不足となるのを防ぐことができる。なお、クラッキング部20において酸素を追加供給する際には、クラッキング部20内でのガスの流れ方向に沿って、複数箇所から追加供

給可能としても良い。

【0100】

(3-1-2) 供給ガス温による制御：

上記した説明では、クラッキング部20に供給する酸素量を制御することとしたが、クラッキング部20に供給するガスの温度を制御することとしてもよく、これによってもクラッキング部20で進行する反応の速度を制御して、負荷変動に対応することが可能となる。クラッキング部20に供給するガスの温度は、図1に示した燃料電池装置10では、蒸発器34における加熱の程度によって調節することができる。すなわち、燃焼触媒を備える加熱部50対して燃焼のための燃料として供給するガソリン量およびアノードオフガス量を増減することによって、クラッキング部20に供給するガスの温度を昇降することができる。

【0101】

したがって、負荷が大きくなったときには、加熱部50に供給する燃焼のための燃料量を増やして上記ガス温度を上昇させることによって、クラッキング部20内で進行する反応を活発化させ、十分に熱分解されていないガソリンが改質器36に供給されてしまうのを防止することができる。また、負荷が小さくなったときには、加熱部50に供給する燃焼のための燃料量を減少させて上記ガス温度を低下させることによって、クラッキング部20内で燃焼と熱分解の反応がよりゆっくりと進行するようにして、クラッキング部20内で酸素不足が生じて煤が形成されるのを防止することができる。

【0102】

なお、図1に示した燃料電池装置10では、ガソリンと水とは蒸発器34を介してクラッキング部20に供給しているため、加熱部50に供給する燃焼のための燃料量を制御すると、クラッキング部20に供給するガソリンと水との両方の温度が変化する。ここで、ガソリンと水とは別々の加熱手段によって加熱した後クラッキング部20に供給することとしてもよい。このような場合には、ガソリンと水とのうちの少なくとも一方について、加熱の程度を負荷に応じて制御することとしても良い。あるいは、ブロワ55から供給される空気を加熱する手段を設け、空気の加熱の程度を負荷に応じて制御することとしてもよい。クラッキ

ング部 2 0 に供給される流体のうちの少なくとも一種類の流体について温度制御を行ない、最終的にクラッキング部 2 0 における反応に供される流体の温度が負荷に応じて調節されるならば、ガス温の制御による既述した効果を得ることができる。

【 0 1 0 3 】

(3 - 2) クラッキング部における滞留時間の制御について :

(3 - 2 - 1) クラッキング部 2 0 内圧力の制御 :

上記した説明では、クラッキング部 2 0 内で進行する反応の速度を制御して負荷変動に対応することとしたが、クラッキング部 2 0 で反応が進行する際の滞留時間を制御することとしても良い。負荷が大きいときには、滞留時間がより長くなるように制御することによって十分に分解反応を行なわせることが可能となる。また、負荷が小さいときには、滞留時間がより短くなるように制御することによって酸素不足となるのを防止し、煤の形成を抑えることができる。滞留時間を制御する方法の一つに、クラッキング部 2 0 内の圧力を制御する方法がある。

【 0 1 0 4 】

滞留時間とは、所定の系 (クラッキング部 2 0) に含まれる物質 (供給されるガス中の物質) が 1 回置き換わるのに要する時間である。したがって、クラッキング部 2 0 における滞留時間は、クラッキング部 2 0 の容積を、クラッキング部 2 0 に供給されるガスの流量 (体積流量) で割った値として求められる。クラッキング部 2 0 内における圧力を上昇させると、クラッキング部 2 0 に供給されるガスの総量 (質量) が一定である場合には、クラッキング部 2 0 に供給されるガスの流量 (体積流量) は減少し、滞留時間は長くなる。反対に、クラッキング部 2 0 における圧力を低下させると、クラッキング部 2 0 に供給されるガスの総量 (質量) が一定である場合には、クラッキング部 2 0 に供給されるガスの流量 (体積流量) は増加し、滞留時間は短くなる。

【 0 1 0 5 】

そのため、負荷が大きくなるときには、クラッキング部 2 0 内の圧力を上昇させることによって滞留時間を長くすればよく、これによって十分に熱分解されていないガソリンが改質器 3 6 に供給されてしまうのを防止することができる。ま

た、負荷が小さくなるときには、クラッキング部 2 0 内の圧力を低下させることによって滞留時間を短くすればよく、これによって反応が進行しすぎて酸素不足となり煤が形成されてしまうのを防ぐことができる。

【0 1 0 6】

このようなクラッキング部 2 0 における圧力は、例えば、クラッキング部 2 0 にガスを供給する入り口部、あるいはクラッキング部 2 0 からガスが排出される出口部に圧力調整バルブを設けることにより制御可能となる。あるいは、クラッキング部 2 0 内の圧力だけを調節するのではなく、クラッキング部 2 0 に加えて、下流側の改質器 3 6 や、あるいはさらにシフト部 3 7 まで、あるいはさらに C O 選択酸化部までを含めた複数の部材全体の圧力を、共通する圧力調整バルブを用いて同時に制御することとしても良い。各部における滞留時間が許容できる範囲内となるならば、このように同時に内部圧力を制御することが可能となる。クラッキング部 2 0 を含む複数の部材の内部圧力を、共通する圧力調整バルブを用いて同時に制御する場合には、この圧力バルブをクラッキング部 2 0 よりも下流側の部材の出口部に設けることとすればよい。クラッキング部 2 0 に比べて下流側の部材ほど運転温度が低いため、このような構成とすれば、クラッキング部 2 0 のような高温部で動作する圧力調整バルブを用意する必要がなく、汎用性の高い、より低温用の圧力調整バルブを用いることが可能となって望ましい。

【0 1 0 7】

(3-2-2) 水蒸気量による制御：

クラッキング部 2 0 における滞留時間を制御する方法として、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量を制御する方法がある。既述したように、クラッキング部 2 0 で進行する反応において水蒸気は直接には関与しないが、煤の形成を抑える効果を有するため、図 1 に示した本実施例の燃料電池装置 1 0 では、クラッキング部 2 0 に対して、ガソリンや空気と共に水蒸気を供給している。このような構成において、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量を増加させると、クラッキング部 2 0 に供給するガス全体の量が増加する（例えば、圧力一定で有れば体積流量が増加する）ため、それに応じて滞留時間が短くなる。したがって、負荷が小さくなったときには、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量を多くして滞

留時間を短くすればよく、これによって反応が進行しすぎて酸素不足となり煤が形成されてしまうのを防ぐことができる。また、負荷が大きくなるときには、クラッキング部 20 に供給する水蒸気量を少なくして滞留時間を長くすればよく、これによって十分に熱分解されていないガソリンが改質器 36 に供給されてしまうのを防止することができる。

【0108】

なお、クラッキング部 20 に供給する水蒸気量を増やすと、滞留時間が短くなると共に、クラッキング部 20 において燃焼反応による温度上昇が抑えられる。したがって、負荷が小さくなったときには、供給する水蒸気量を増やすことによって、滞留時間が短くなることによる効果の他に、温度上昇が抑えられる効果によって、反応が進行しすぎて酸素不足となるのを抑えることができる。なお、供給する水蒸気量は、既述したように S/C 値として制御することができ、本実施例の燃料電池装置 10 では、燃料電池 40 に接続される負荷の大きさに応じて、S/C 値が値 0～3 となる範囲で制御することとした。

【0109】

(3-2-3) クラッキング部 20 の容積の制御：

また、クラッキング部 20 における滞留時間を制御する方法として、クラッキング部 20 で実際に反応が進行する空間の容積（以下、クラッキング部容積と呼ぶ）を変更する方法がある。負荷が小さくなったときには、クラッキング部容積を小さくして滞留時間を短くすればよく、負荷が大きくなったときには、クラッキング部容積を大きくして滞留時間を長くすればよい。

【0110】

以下、図 4 から図 8 に、クラッキング部容積を変更可能とするために、本実施例の燃料電池装置 10 が備えるクラッキング部 20 が取りうる構成の例を示す。図 4 は、クラッキング部容積を変更することが可能なクラッキング部 20A の構成の概略を表わす説明図である。クラッキング部 20A は、第 1 反応室 21、第 2 反応室 22、第 3 反応室 23 を備えている。ここで、各反応室は、燃料ガス流路 74 側から、第 1 反応室 21、第 2 反応室 22、第 3 反応室 23 の順で直列に接続されており、第 1 反応室 21 には、燃料ガス流路 74 から、空気を含有する

混合気体が供給される。第 1 反応室 2 1, 第 2 反応室 2 2, 第 3 反応室 2 3 には、それぞれ、ガス排出路 8 0 A, ガス排出路 8 1 A, ガス排出路 8 2 A が接続されており、これらのガス排出路は、改質器 3 6 に連通する燃料ガス流路 7 5 に接続している。また、これらのガス排出路には、それぞれ、バルブ 8 0 B, 8 1 B, 8 2 B が設けられている。

【 0 1 1 1 】

したがって、これらのバルブを切り替えることによって、クラッキング部 2 0 A 内を通過するガスの流路を切り替えることができる。すなわち、バルブ 8 0 B を開状態、バルブ 8 1 B および 8 2 B を閉状態とすれば、クラッキング部 2 0 A に供給されたガスは、第 1 反応室 2 1 において燃焼反応および熱分解反応を進行した後、第 2 反応室 2 2 および第 3 反応室 2 3 を経由することなく、ガス排出路 8 0 A を介して燃料ガス流路 7 5 に排出される。また、バルブ 8 1 B を開状態、バルブ 8 0 B および 8 2 B を閉状態とすれば、クラッキング部 2 0 A に供給されたガスは、第 1 反応室 2 1 および第 2 反応室 2 2 において燃焼反応および熱分解反応を進行した後、第 3 反応室 2 3 を経由することなく、ガス排出路 8 1 A を介して燃料ガス流路 7 5 に排出される。バルブ 8 2 B を開状態、バルブ 8 0 B および 8 1 B を閉状態とすれば、クラッキング部 2 0 A に供給されたガスは、第 1 ないし第 3 の 3 つの反応室において燃焼反応および熱分解反応を進行した後、ガス排出路 8 2 A を介して燃料ガス流路 7 5 に排出される。

【 0 1 1 2 】

バルブ 8 0 B ~ 8 2 B は、それぞれ制御部 6 0 に接続されており、制御部 6 0 からの駆動信号によって開閉される。クラッキング部 2 0 A を備える燃料電池装置においては、クラッキング部における滞留時間がより望ましい値となるように、負荷の大きさに応じて使用すべき反応室の数が予め設定されている。制御部 6 0 は、負荷の大きさに応じて各バルブの開閉状態を切り替え、クラッキング部 2 0 A 内を通過するガスの流路を制御することによって所望の数の反応室だけを用いることとし、クラッキング部容積（滞留時間）を調節する。

【 0 1 1 3 】

図 5 は、クラッキング部容積を変更可能となる他の例として、クラッキング部

20Bの構成の概略を表わす説明図である。クラッキング部20Bは、ハニカムチューブによって形成された反応室24の入り口側に、可動式マスク25を備えている。反応室24の入り口部に設けられた可動式マスク25は、図6に示す羽根車型のマスク25Aを2枚重ね合わせた構造を有しており、このマスク25Aはハニカムチューブの入り口側端部に接した状態で、反応室24の入り口部断面の略中心部に設けられた図示しない回転軸において回転自在に支持されている。この可動式マスク25によって端部を塞がれた領域のハニカムチューブは、燃料ガス流路74から供給される空気を含有了混合気体の供給を受けることができなくなり、マスク25Aの重なり具合を変えることによって、上記混合気体を供給可能なハニカムチューブのセルの数を増減することができる。2枚のマスク25Aが全く重ならない状態となったとき、反応室86の入り口部は完全に閉じられた状態となり（開口率0%）、2枚のマスク87Aが完全に重なったとき、改質ガスの供給をうけるハニカムチューブのセルの数は最大となる（開口率100%、滞留時間は最も長い）。可動式マスク25は制御部60に接続されており、制御部60は、負荷の大きさに応じて可動式マスク25に駆動信号を出力し、2枚のマスク25Aの重なり具合を制御することで、クラッキング部容積を制御する。

【0114】

図7は、クラッキング部容積を変更可能となる他の例として、クラッキング部20Cの構成の概略を表わす説明図である。クラッキング部20Bでは、入り口部において塞がれた面積を増減する機構を設けることとしたが、クラッキング部20Cは、クラッキング部にガスを導入する流路を分割することによって、クラッキング部容積を増減している。クラッキング部20Cは、ハニカムチューブで構成された反応室26を備え、燃料ガス流路74との接続部と反応室26との間は3本のガス分岐路88A、89A、90Aに分岐しており、各改質ガス分岐路はそれぞれバルブ88B、89B、90Bを備えている。これらのバルブは制御部60からの駆動信号によって開閉状態が制御され、バルブが開状態となっているガス分岐路に対応する位置に開口しているセルだけが、空気を含有的混合気体の供給を受けることができる。制御部60は、負荷の大きさに応じて各バルブ

に駆動信号を出力し、負荷に応じた所定の（数の）バルブを開状態とすることで、クラッキング部容積を制御する。

【0115】

さらに、図7のクラッキング部20Cのように混合気体の導入系を可変とする際に、導入路を分割する代わりに、クラッキング部と接続する燃料ガス流路74端部にガス噴射角可変ノズルを設け、燃料ガス流路74からハニカムチューブへ向けて、空気を混合された混合気体を所定の角度で噴射して供給することとしてもよい。このような構成とすれば、上記開状態とするバルブの数を変える代わりに、ノズルから混合気体を噴射する際の噴射角を変え、混合気体が供給されるセルの数を制御する（クラッキング部容積を制御する）ことができる。もとより、燃料ガス流路74端部に複数のノズルを設け、ハニカムチューブへ混合気体を噴射するノズルの数を負荷に応じて選択することによって、クラッキング部容積を制御することとしても良い。

【0116】

図8は、クラッキング部容積を変更可能となる他の例として、クラッキング部20Dの構成の概略を表わす説明図である。クラッキング部20Cでは、混合気体の導入系を分割することによってクラッキング部容積を増減することとしたが、クラッキング部20Dは、クラッキング部からの気体の排出系を分割することによってクラッキング部容積を増減している。クラッキング部20Dは、クラッキング部20Cと同様の反応室26を有している。反応室26の入り口部は、クラッキング部20Cと異なり分岐路を形成していないが、出口部においては、燃料ガス流路75との接続部との間にガス分岐路88C、89C、90Cを形成している。各ガス分岐路はそれぞれバルブ88D、89D、90Dを備えており、これらのバルブは制御部60からの駆動信号によって開閉状態が制御され、バルブが開状態となっている燃料ガス分岐路に対応する位置に開口しているセルだけが、混合気体の供給を受けることができる。制御部60は、負荷の大きさに応じて各バルブに駆動信号を出力し、負荷に応じた所定の（数の）バルブを開状態とすることで、クラッキング部容積を制御する。

【0117】

なお、上記クラッキング部 2 0 A、クラッキング部 2 0 C、クラッキング部 2 0 D は、その内部を 3 つに分割してクラッキング部容積を 3 段階に制御可能としたが、クラッキング部内を 3 以外の複数の数に分割することとしてもよい。滞留時間をより望ましい値に近づけるために、負荷に応じてクラッキング部容積を変更することができればよい。

【 0 1 1 8 】

(4) 燃料電池装置 1 0 の変形例 :

既述したように、クラッキング部 2 0 における滞留時間を制御することによって、負荷変動時にも、クラッキング部内で進行する反応を所望の状態に維持し、分解反応が不十分となったり非所望の量の煤が生成されるのを防止したりすることができる。負荷に応じた滞留時間の制御は、上記したように、クラッキング部 2 0 内の圧力や、クラッキング部 2 0 に供給する水蒸気量や、クラッキング部容積を制御する以外に、図 1 に示した燃料電池装置 1 0 において、部材間の接続状態に変更を加えることによっても実現可能となる。このような構成の例を以下に説明する。

【 0 1 1 9 】

(4 - 1) カソードオフガスの利用 :

図 9 は、燃料電池装置 1 0 の変形例としての燃料電池装置 1 1 0 の構成を表わす説明図である。図 9 および、後述する図 1 0 と図 1 1 に示した燃料電池装置は、図 1 の燃料電池装置 1 0 とほぼ同様の構成を有しているため、共通する構成については詳しい説明を省略する。また、図 9 ないし図 1 1 においては、図 1 に示した制御部 6 0、および、制御部 6 0 と各部との接続の様子は記載を省略したが、図 9 ないし図 1 1 の燃料電池装置においても、図 1 の燃料電池装置 1 0 と同様に、各部と制御信号をやり取りする制御部 6 0 を有している。燃料電池装置 1 1 0 においては、燃料電池 4 0 における電気化学反応に供された後にカソード側から排出されるカソードオフガスが通過するカソードオフガス流路 4 4 は、燃料ガス流路 7 4 に接続している。すなわち、燃料電池装置 1 1 0 では、蒸発器 3 4 から供給される混合気体およびブロワ 5 5 から供給される空気と共に、カソードオフガスがクラッキング部 2 0 に供給可能となっている。また、カソードオフガス

流路 4 4 は、その途中に流路調整弁 4 5 を備えており、流路調整弁 4 5 において分岐路 4 6 に分岐している。流路調整弁 4 5 を介して分岐路 4 6 側に供給されたカソードオフガスは、そのまま外部に排出される。したがって、流路調整弁 4 5 を制御することによって、カソードオフガスのうち、クラッキング部 2 0 に供給される割合と外部に排出される割合とを制御することができる。

【 0 1 2 0 】

カソードオフガスは、主として窒素と二酸化炭素と酸素とを含有する気体であり、その酸素濃度は、空気中の酸素濃度よりも低く、燃料電池 4 0 における電気化学反応の効率に応じた所定の濃度となっている。ここで、カソードオフガス中の酸素以外の成分は、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応および分解反応に直接には関与しない。したがって、図 9 に示した燃料電池装置 1 1 0 では、クラッキング部 2 0 に供給する酸素の少なくとも一部を、ブロワ 5 5 が供給する空気に代えてカソードオフガスによって供給することとし、クラッキング部 2 0 に供給するカソードオフガス量を調節して、クラッキング部 2 0 に供給するガス量の総量を制御することによって、クラッキング部 2 0 における滞留時間を制御している。すなわち、負荷が小さくなるときには、クラッキング部 2 0 に所定量の酸素を供給するために用いるカソードオフガスの割合をより大きくすることによって、滞留時間をより短くすることができ、過剰な煤形成を抑えることが可能となる。また、負荷が大きくなるときには、クラッキング部 2 0 に所定量の酸素を供給するために用いるカソードオフガスの割合をより小さくすることによって、滞留時間をより長くすることができ、熱分解が不十分となるのを防止することができる。

【 0 1 2 1 】

(4 - 2) アノードオフガスの利用 :

図 1 0 は、燃料電池装置 1 0 の変形例としての燃料電池装置 2 1 0 の構成を表わす説明図である。燃料電池装置 2 1 0 においては、燃料電池 4 0 における電気化学反応に供された後にアノード側から排出されるアノードオフガスが通過するアノードオフガス流路 7 9 は、燃料電池装置 1 0 と同様に加熱部 5 0 に接続する他に、流路調整弁 9 6 において分岐路 9 7 に接続しており、この分岐路 9 7 は、

燃料ガス流路 7 4 に接続している。すなわち、燃料電池装置 2 1 0 では、蒸発器 3 4 から供給される混合気体およびブロワ 5 5 から供給される空気と共に、アノードオフガスがクラッキング部 2 0 に供給可能となっている。したがって、流路調整弁 9 6 を制御することによって、アノードオフガスのうち、クラッキング部 2 0 に供給されるガス量と、加熱部 5 0 に供給されるガス量との割合を制御することができる。

【 0 1 2 2 】

アノードオフガスは、主として水素と窒素と二酸化炭素と水蒸気とからなる気体であり、これらの成分は、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応および分解反応に直接には関与しない。したがって、図 1 0 に示した燃料電池装置 2 1 0 では、クラッキング部 2 0 にアノードオフガスを供給可能とし、供給するアノードオフガスの量を調節して、クラッキング部 2 0 に供給するガス量の総量を制御することによって、クラッキング部 2 0 における滞留時間を制御している。すなわち、負荷が小さくなるときには、負荷の大きさに応じてより多くのアノードオフガスをクラッキング部 2 0 に供給することによって、滞留時間をより短くすることができ、過剰な煤形成を抑えることが可能となる。また、負荷が大きくなるときには、負荷の大きさに応じてより少ないアノードオフガスをクラッキング部 2 0 に供給することによって、滞留時間をより長くすることができ、熱分解が不十分となるのを防止することができる。

【 0 1 2 3 】

なお、アノードオフガスには、上記したように水素が含有されるが、水素はエネルギー活性の高い物質であり、クラッキング部 2 0 内のような高温下では、ガソリンのような炭化水素系燃料を構成する分子内における炭素同士の結合を攻撃すると考えられ、炭素同士の結合が切断されやすくなることによってクラッキングを促進する効果が期待できる。また、クラッキング部 2 0 においては、水素が共存する方が煤ができにくくなるという効果が得られる。すなわち、クラッキング部 2 0 の内部において、存在する炭素原子の数に対して水素（原子）の数が多いと、炭素原子同士が結合する反応よりも炭素原子と水素原子とが結合する反応の方が進行しやすくなる。したがって、ガソリンを構成する炭化水素分子において

、脱水素反応が進行したり炭素間の結合が切断されたときに、炭素同士が結合する反応が、炭素と水素が結合する反応に抑えられ、これによって煤の形成が抑えられる。このように、アノードオフガスを用いてクラッキング部 2 0 に水素を供給することにより、煤が形成される代わりに、炭素と水素とが結合して成る炭化水素が生成され、クラッキング部 2 0 における熱分解の効率が向上すると共に、ガソリンを改質する動作全体の効率が向上する。

【 0 1 2 4 】

（ 4 - 3 ） 燃焼排ガスの利用：

図 1 1 は、燃料電池装置 1 0 の変形例としての燃料電池装置 3 1 0 の構成を表わす説明図である。燃料電池装置 3 1 0 においては、加熱部 5 0 から排出される燃焼排ガスが、混合気体および空気と共に、クラッキング部 2 0 に供給可能となっている。加熱部 5 0 は、既述したように、ガソリントank 3 0 から供給されるガソリンやアノードオフガスの供給を受けて燃焼反応を進行し、蒸発器 3 4 で要する熱を発生する部材である。加熱部 5 0 で燃焼反応が進行して生じる燃焼排ガスは、既述した各燃料電池装置では、外部に廃棄していた（図示せず）。図 1 1 に示した燃料電池装置 3 1 0 は、加熱部 5 0 から排出される燃焼排ガスが通過する排ガス路 9 5 は、燃料ガス流路 7 4 に接続している。また、排ガス路 9 5 は、流路調整弁 9 8 を介して分岐路 9 9 にも接続している。分岐路 9 9 側に排出された燃焼排ガスは、そのまま外部に廃棄される。したがって、流路調整弁 9 8 を制御部 6 0 によって制御することで、燃焼排ガスのうち、クラッキング部 2 0 に供給されるガス量と、外部に廃棄されるガス量との割合を制御することができる。

【 0 1 2 5 】

燃焼排ガスは、主として窒素と二酸化炭素と水蒸気とからなる気体であり、これらの成分は、クラッキング部 2 0 で進行する燃焼反応および分解反応に直接には関与しない。したがって、図 1 1 に示した燃料電池装置 3 1 0 では、クラッキング部 2 0 に燃焼排ガスを供給可能とし、供給する燃焼排ガスの量を調節して、クラッキング部 2 0 に供給するガス量の総量を制御することによって、クラッキング部 2 0 における滞留時間を制御している。すなわち、負荷が小さくなる時には、負荷の大きさに応じてより多くの燃焼排ガスをクラッキング部 2 0 に供給

することによって、滞留時間をより短くすることができ、過剰な煤形成を抑えることが可能となる。また、負荷が大きくなるときには、負荷の大きさに応じてより少ない燃焼排ガスをクラッキング部 2 0 に供給することによって、滞留時間をより長くすることができ、熱分解が不十分となるのを防止することができる。

【 0 1 2 6 】

負荷変動時に、クラッキング部 2 0 内での煤形成を抑えつつ分解反応を十分に進行させるための構成として、クラッキング部における反応速度の制御や滞留時間の制御に関わる種々の構成について述べたが、これらの構成を実際に燃料電池装置に適用するときには、これらのうちの複数の構成を同時に備えることとしてもよい。複数の手段によって制御を行なうことで、より迅速に負荷変動に対応したり、燃料電池装置 1 0 全体のエネルギー効率をより向上させることが可能となる。例えば、負荷に応じて O / C 量を制御すると共に、クラッキング部の内部温度やクラッキング部内部の酸素濃度を検出し、これらに基づいて、入りガス温度をさらに制御することとすれば、より精度良く、各反応を所望の状態にすることができる。

【 0 1 2 7 】

既述した実施例では、炭化水素系燃料としてガソリンを用いる構成について説明したが、ガソリンの他、ナフサや軽油など他種の炭化水素系燃料を用いることとしても良い。このように炭素数が値 4 以上の高級炭化水素系燃料を用いて水素リッチガスを生成する場合には、改質反応に先立って、炭素数がより小さくなるように上記高級炭化水素系燃料を分解することによって、改質反応の際に煤の形成を抑えたり、改質反応の効率を向上させるといった同様の効果を、十分に得ることができる。

【 0 1 2 8 】

なお、既述した実施例では、クラッキング部に供給する炭化水素系燃料の量は、負荷の大きさに応じて、所望量の電力を得るのに要する水素を発生するのに必要な量として決定することとした。このようにして炭化水素系燃料の量を決定しても、燃料電池装置を構成する各部が負荷に対して十分な応答性を有していないときには、最終的に燃料電池 4 0 に供給される水素量が、負荷量に一致しないお

それがある。水素量が過剰であれば、燃料電池 4 0 における発電効率が低下して無駄であり、水素量が不足すると、負荷要求に対応する必要量の電力を燃料電池 4 0 で発電することができない。ここで、既述した各燃料電池装置を電源として備える装置が、燃料電池 4 0 の他に、負荷に対して電力を供給可能となる 2 次電池を備える場合には、このような不都合を防ぐことができる。すなわち、負荷に対して過剰に発電可能となる量の水素が燃料電池 4 0 に供給されるときには、過剰な電力で上記 2 次電池を充電すればよい。また、燃料電池 4 0 に供給される水素では負荷に対応する電力を十分に発電できないときには、不足する電力を上記 2 次電池によって補えばよい。さらに、燃料電池装置を構成する各部が負荷に対してより十分な応答性を有していても、既述した各燃料電池装置を電源として備える装置が上記 2 次電池を備える場合には、クラッキング部 2 0 における滞留時間が所望の状態により近づくように、クラッキング部 2 0 に供給するガソリン量を調節することができる。すなわち、負荷変動に伴うガソリン供給量の変動をより小さく抑えるよう制御して、負荷変動に伴ってクラッキング部 2 0 における滞留時間が非所望の程度に変動するのを抑え、燃料電池 4 0 における（供給水素量に起因する）発電量の過不足は、2 次電池を用いて調整することが可能となる。

【 0 1 2 9 】

既述したように、改質器 3 6 の上流側にクラッキング部を設けることによって、ガソリンのように炭素数の大きい高級炭化水素系燃料を、より炭素数の小さい炭化水素系燃料に分解して、改質器 3 6 における煤形成を抑えると共に改質反応の効率を向上させる効果が得られる。ここで、クラッキング部における反応温度が改質器 3 6 における反応温度よりも十分に高い場合には（既述した実施例では、通常は、クラッキング部 2 0 は 8 0 0 ~ 1 0 0 0 ℃ 程度、改質器 3 6 は 6 0 0 ℃ 程度に制御される）、クラッキング部から排出される改質燃料気体が改質器 3 6 に持ち込む熱によって、改質器 3 6 で進行する水蒸気改質反応で要する熱の少なくとも一部を賄うことが可能となる。

【 0 1 3 0 】

また、クラッキング部内の温度と改質器 3 6 における反応温度との差が大きいときには、改質燃料気体をそのまま改質器 3 6 に供給すると、改質器内の温度を

上昇させすぎるといふ不都合が生じるおそれがある。このような場合には、高温の改質燃料気体を改質反応に供するのに適した温度にまで降温させるために、改質器 3 6 内の上流側に水を噴霧することとしても良い。特に、図 2 (C) に示したように、水蒸気改質反応で要する水を改質器に追加供給する場合には、追加供給する水の少なくとも一部を、改質燃料気体を冷却するために液体のまま改質器内に噴霧することで、追加供給する水を気化させるのに要するエネルギーを削減することができる。これにより、装置全体のエネルギー効率を向上させることができる。

【0 1 3 1】

なお、既述した実施例では、ガソリンなどの炭化水素系燃料をクラッキング部で分解する際に、クラッキング部に供給する炭化水素系燃料の一部を燃焼させて得られる熱を利用して熱分解することとしたが、異なる構成としても良い。たとえば、本発明を適用した燃料電池装置を電源として用いる装置が、熱分解に要する熱エネルギーを供給可能な高温部を有する場合には、この高温部の熱を所定の流体を用いて導くなどの方法によって、熱分解に利用することとしても良い。炭素数の大きな炭化水素系燃料を、改質反応に先立って、充分に炭素数の小さい炭化水素系燃料に分解することができればよい。

【0 1 3 2】

以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる状態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の好適な一実施例である燃料電池装置 1 0 の全体構成を模式的に表わす説明図である。

【図 2】

燃料電池装置 1 0 を構成する各要部に対して各流体が供給される様子を模式的に表わす説明図である。

【図 3】

負荷の大きさと望ましいO/C値との関係を表わす説明図である。

【図 4】

クラッキング部容積が可変となるクラッキング部 2 0 A の構成を表わす説明図である。

【図 5】

クラッキング部容積が可変となるクラッキング部 2 0 B の構成を表わす説明図である。

【図 6】

クラッキング部 2 0 B に備えられたマスク 2 5 A の形状を表わす説明図である。

【図 7】

クラッキング部容積が可変となるクラッキング部 2 0 C の構成を表わす説明図である。

【図 8】

クラッキング部容積が可変となるクラッキング部 2 0 D の構成を表わす説明図である。

【図 9】

変形例としての燃料電池装置 1 1 0 の構成を表わす説明図である。

【図 1 0】

変形例としての燃料電池装置 2 1 0 の構成を表わす説明図である。

【図 1 1】

変形例としての燃料電池装置 3 1 0 の構成を表わす説明図である。

【符号の説明】

1 0, 1 1 0, 2 1 0, 3 1 0 … 燃料電池装置

2 0, 2 0 A, 2 0 B, 2 0 C, 2 0 D … クラッキング部

2 1 … 第 1 反応室

2 2 … 第 2 反応室

2 3 … 第 3 反応室

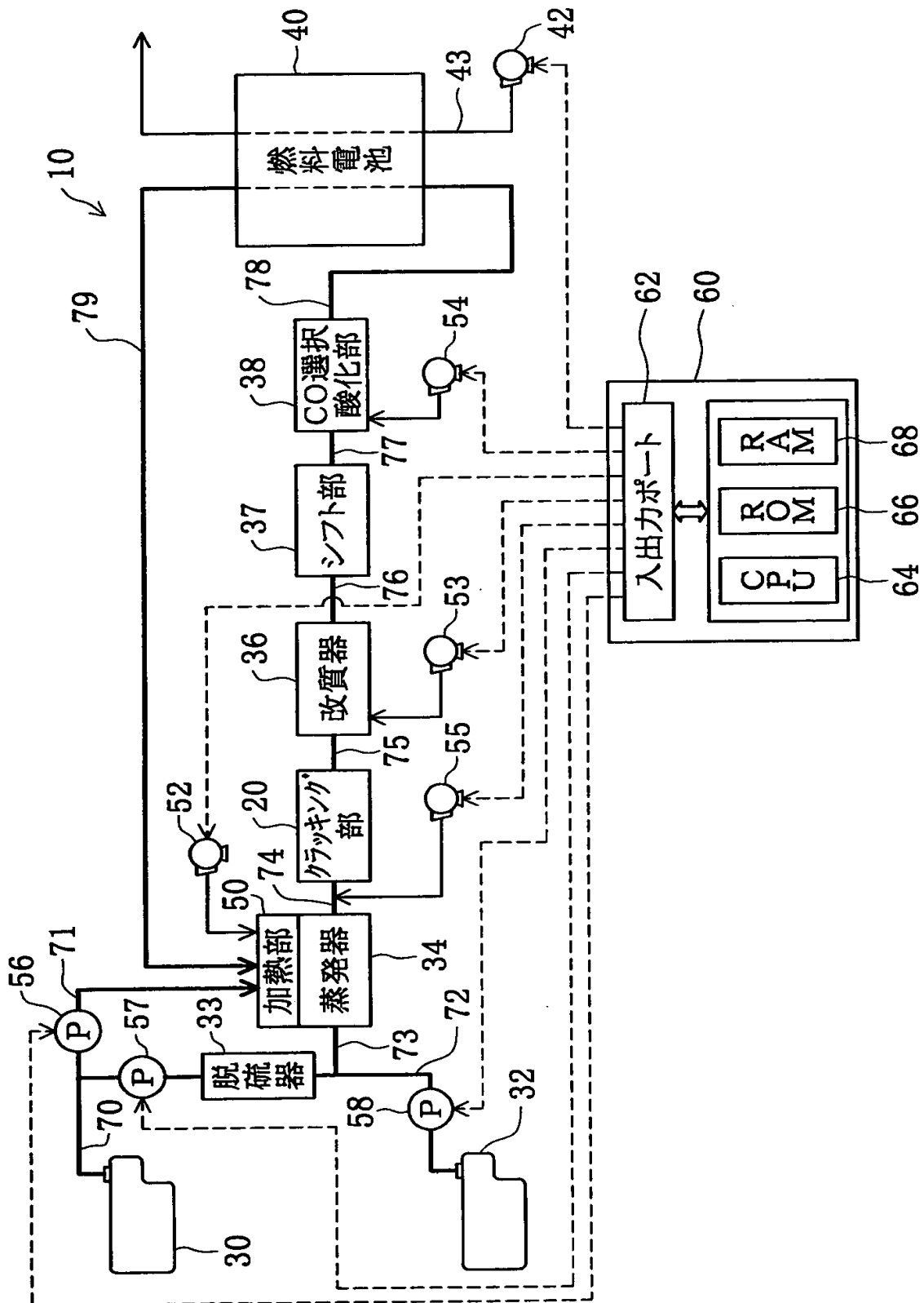
2 4, 2 6 … 反応室

2 5 …可動式マスク
2 5 A …マスク
3 0 …ガソリンタンク
3 2 …水タンク
3 3 …脱硫器
3 4 …シフト部
3 4 …蒸発器
3 6 …改質器
3 7 …シフト部
3 8 …CO選択酸化部
4 0 …燃料電池
4 2 …ブロワ
4 3 …酸化ガス流路
4 4 …カソードオフガス流路
4 5 …流路調整弁
4 6 …分岐路
5 0 …加熱部
5 2, 5 3, 5 4, 5 5 …ブロワ
5 6, 5 7, 5 8 …ポンプ
6 0 …制御部
6 2 …入出力ポート
6 4 …CPU
6 6 …ROM
6 8 …RAM
7 0 …燃料流路
7 1 …分岐路
7 2 …水流路
7 3 …燃料流路
7 4 …燃料ガス流路

7 5 …燃料ガス流路
7 6 …ガス流路
7 7 …流路
7 8 …燃料ガス流路
7 9 …アノードオフガス流路
8 0 A ～ 8 2 A …ガス排出路
8 0 B ～ 8 2 B …バルブ
8 6 …反応室
8 7 A …マスク
8 8 A, 8 9 A, 9 0 A …ガス分岐路
8 8 B, 8 9 B, 9 0 B …バルブ
8 8 C, 8 9 C, 9 0 C …ガス分岐路
8 8 D, 8 9 D, 9 0 D …バルブ
9 5 …排ガス路
9 6, 9 8 …流路調整弁
9 7, 9 9 …分岐路

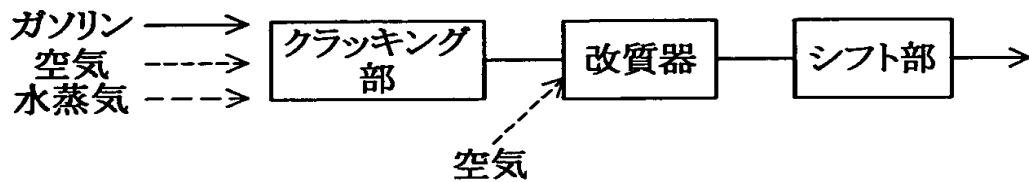
【書類名】 図面

【図 1】

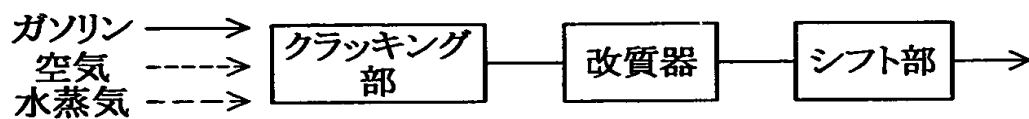


【図 2】

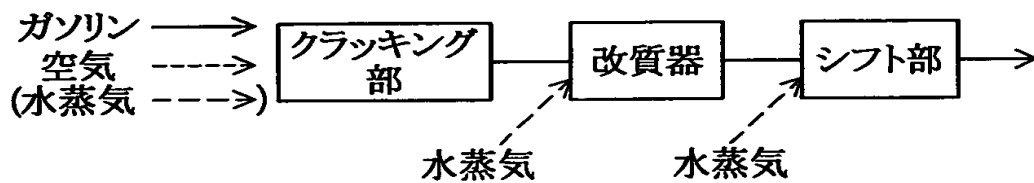
(A)



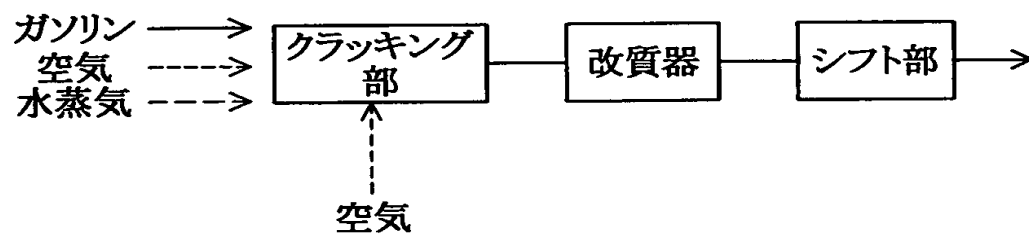
(B)



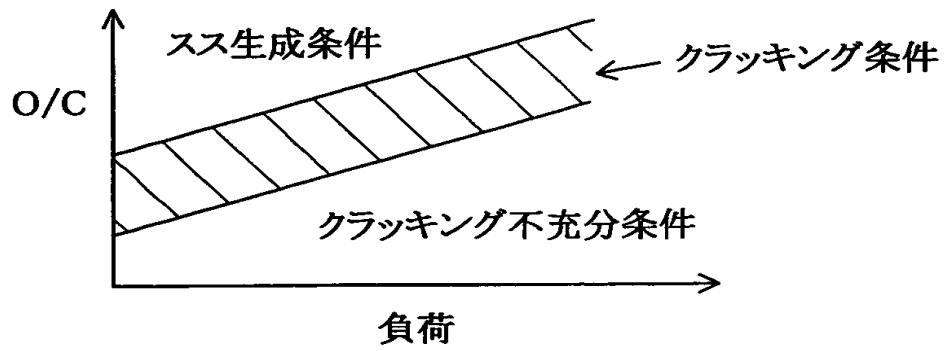
(C)



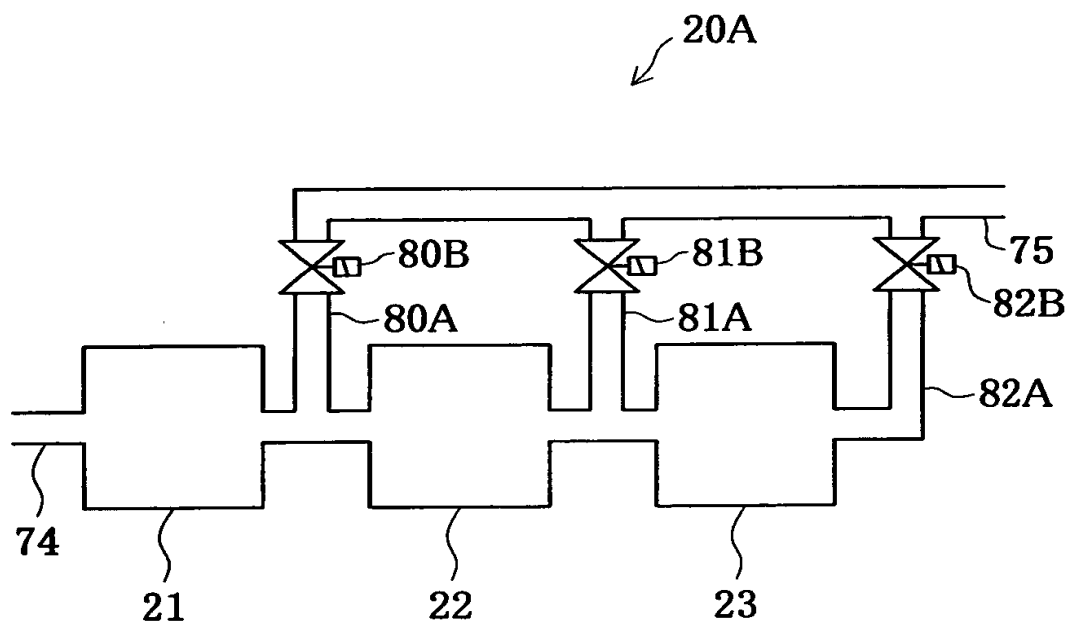
(D)



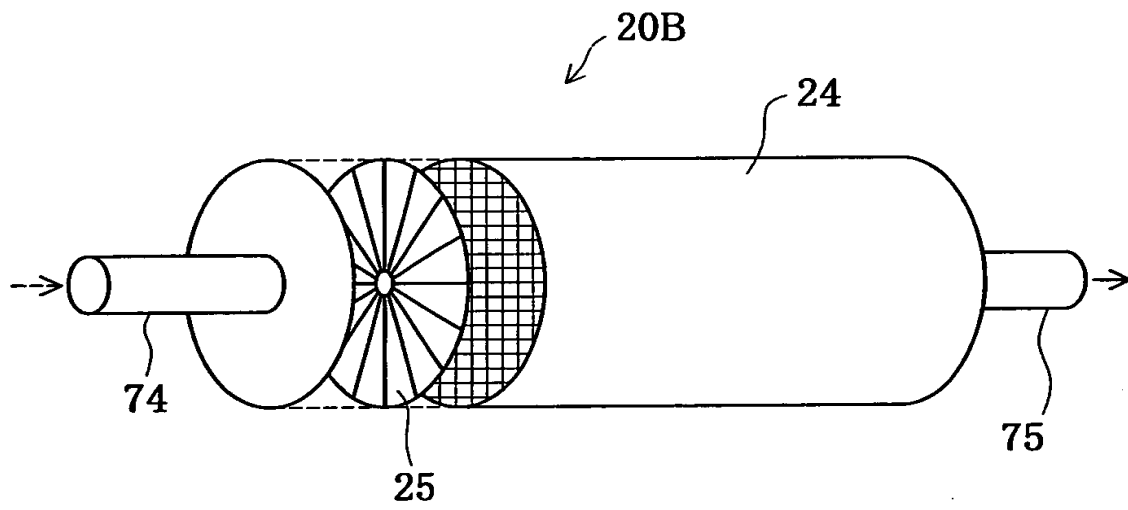
【図 3】



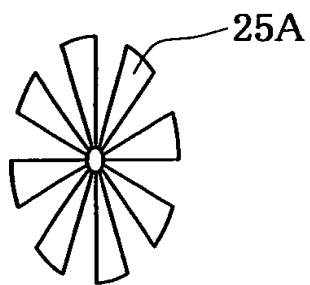
【図 4】



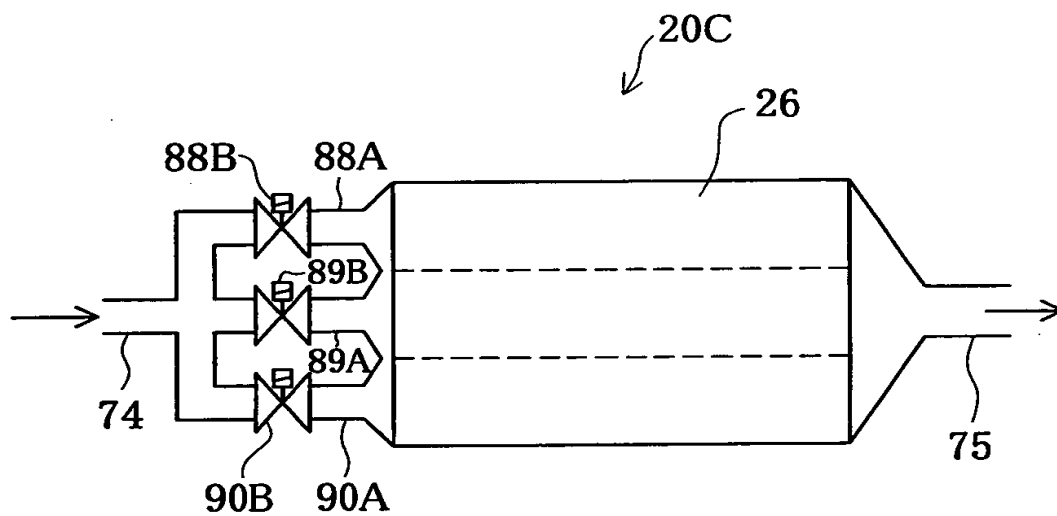
【図 5】



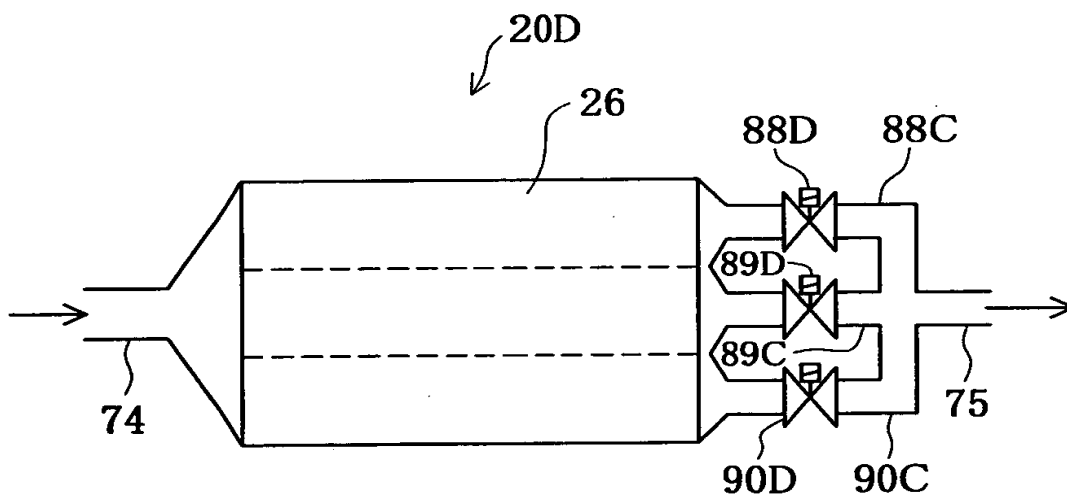
【図 6】



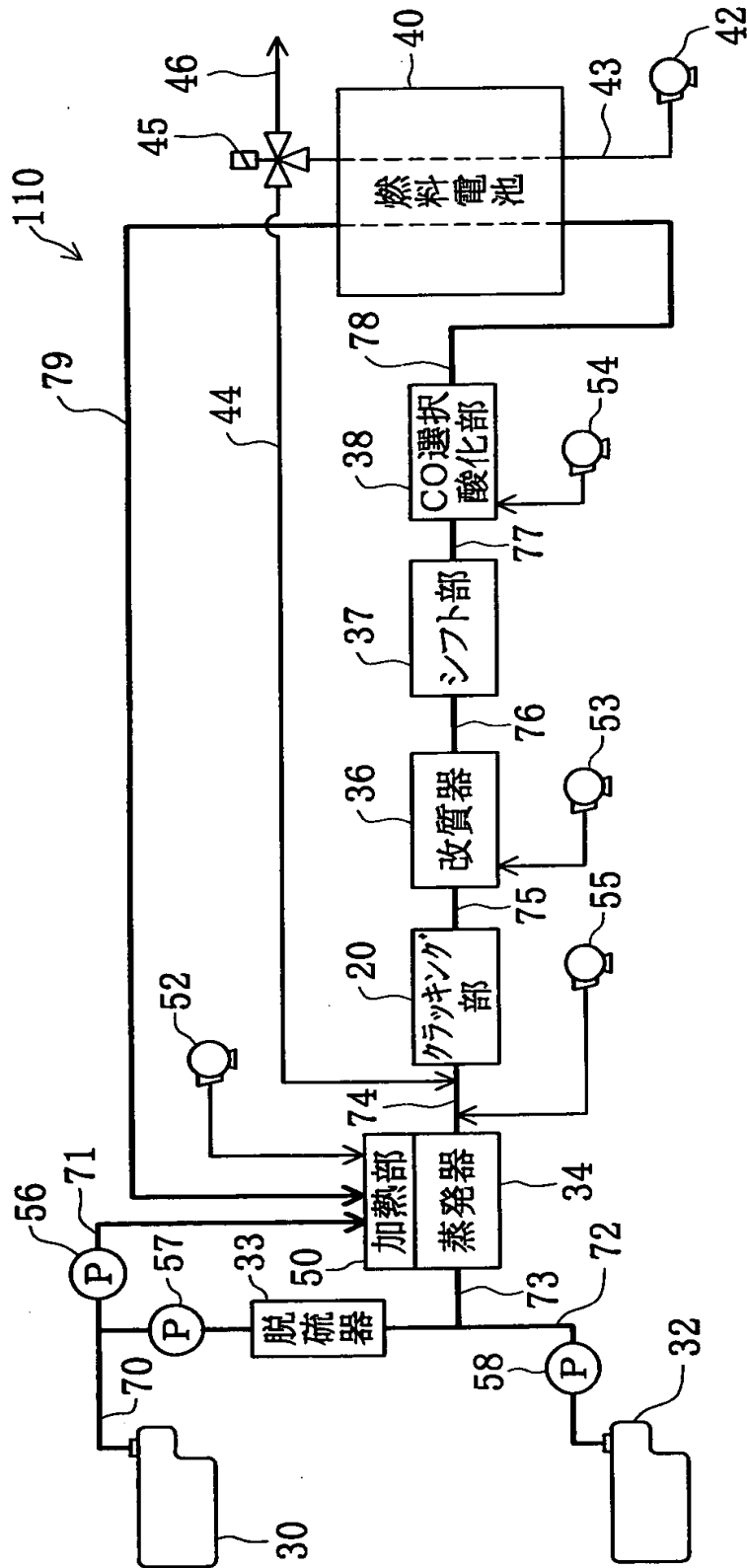
【図 7】



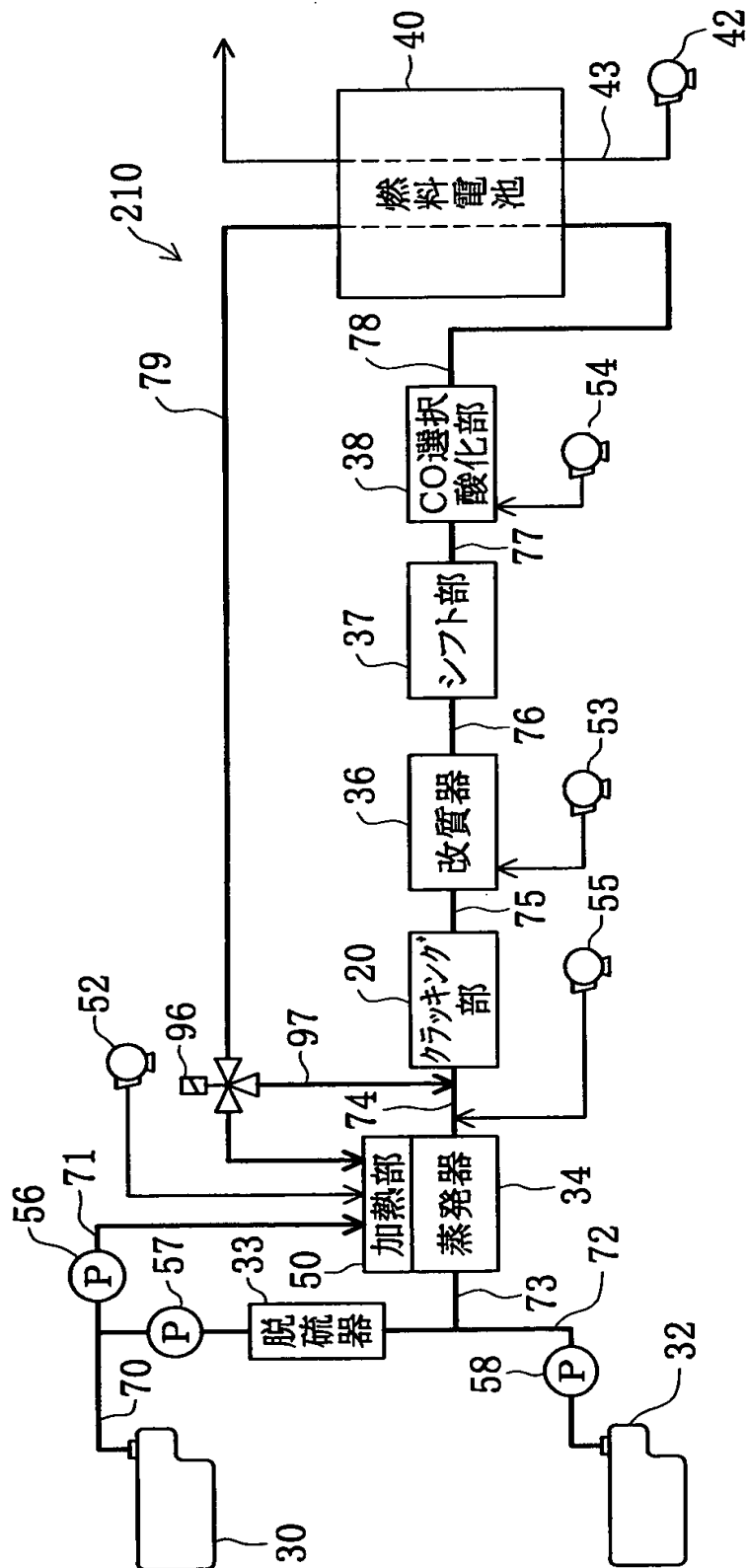
【図 8】



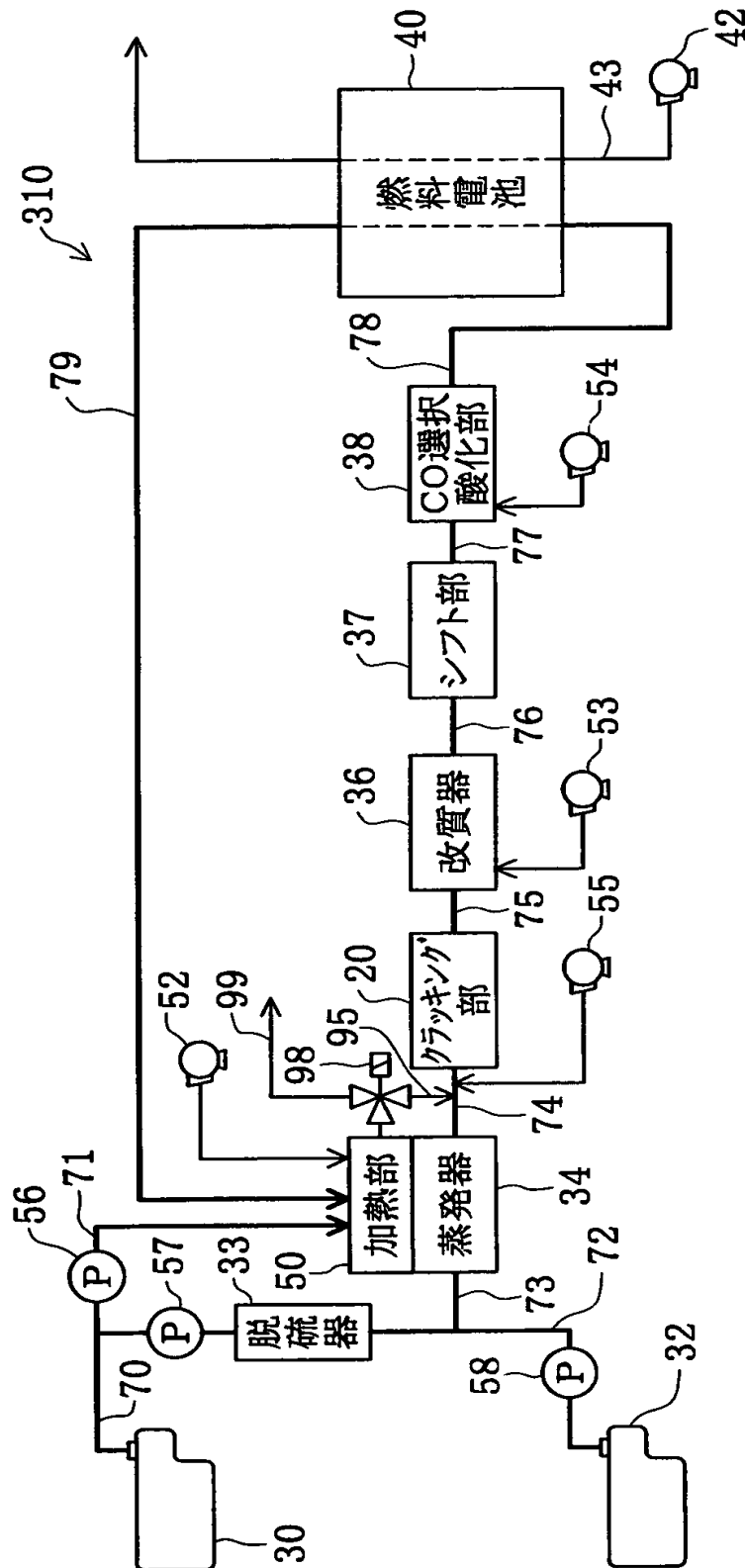
【図9】



【図10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 改質反応の原料としてガソリンを用いることによって生じる不都合を抑える。

【解決手段】 燃料電池装置 1 0 は、改質器 3 6 の上流側にクラッキング部 2 0 を備えている。炭化水素系燃料であるガソリンと酸素とがクラッキング部 2 0 に供給されると、ガソリンの一部が燃焼すると共に、この燃焼反応で生じた熱を用いてガソリンの分解反応が進行し、ガソリンは、より炭素数の小さな炭化水素となる。ガソリンを熱分解して成る炭素数の小さな炭化水素は、改質器 3 6 に供給されて、改質反応に供される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 7 日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地
氏 名 トヨタ自動車株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003609]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道4 1番地の1
氏 名 株式会社豊田中央研究所